

Angiographic injector

Patent Number: ☐ US4006736
Publication date: 1977-02-08
Inventor(s): KRANYS RUDOLPH J; HEILMAN MARLIN S; ZDROJKOWSKI RONALD J; SWANN GEORGE R
Applicant(s): MEDRAD INC
Requested Patent: ☐ DE2500851
Application Number: US19740527520 19741127
Priority Number(s): US19740527520 19741127
IPC Classification: A61B6/00; A61M5/20
EC Classification: A61B6/00D4, A61M5/172
Equivalents:

Abstract

An apparatus for injecting fluid, specifically contrast media, into the vascular system of a human being or other animal. The apparatus comprises a head portion and a control unit. The head portion includes the motor and drive components, and carries a removable syringe cartridge containing the fluid. Integral with the head portion is a pressure jacket for housing the syringe cartridge, and a piston plunger for forcing the fluid out of the syringe cartridge, through a catheter and into the vascular system. The control unit includes the mechanism for selecting delivery parameters, and circuitry for controlling the delivery of the contrast media into the vascular system. Also disclosed is a syringe cartridge designed to cooperate with the apparatus for injecting contrast media.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑤

①⑨ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



Int. Cl. 2:

A 61 M 5/00

A 61 D

DT 25 00 851 A1

Patentamt

⑪

Offenlegungsschrift 25 00 851

⑫

Aktenzeichen: P 25 00 851.9-35

⑬

Anmeldetag: 10. 1. 75

⑭

Offenlegungstag: 16. 6. 76

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

27. 11. 74 USA 527520

⑤④

Bezeichnung: Injektor für angiographische Untersuchungen

⑦①

Anmelder: Medrad, Inc., Pittsburgh, Pa. (V.St.A.)

⑦④

Vertreter: Lorenz, E.; Seidler, B.; Seidler, M.; Witt, L., Dr.; Gossel, H.K., Dipl.-Ing.;
Herold, Ch.; Rechtsanwälte, 8000 München

⑦②

Erfinder: Kranys, Rudolph J., Allison Park; Heilman, Marlin S., Gibsonia;
Zdrojowski, Ronald J.; Swann, George R.; Pittsburgh: Pa. (V.St.A.)

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

DT 25 00 851 A1

Injektor für angiographische Untersuchungen

Die Erfindung betrifft die angiographische Untersuchung von Blutgefäßen mit Hilfe von Röntgenstrahlen während der Injektion eines jodhaltigen oder anderen Mittels (Kontrastmittels) in den Körper durch einen Katheter, der sich in einem Blutgefäß befindet. Ein Injektor für angiographische Untersuchungen ist für die Steuerung des Durchflusses und der zu injizierenden Gesamtmenge und des Höchstdruckes des zu injizierenden Kontrastmittels eingerichtet.

Es sind bereits zahlreiche Injektoren für angiographische Untersuchungen auf dem Markt. Jedes dieser Geräte hat bestimmte Nachteile. Einige dieser Mängel sind in den nachstehenden Absätzen angegeben.

Bei der Verwendung aller bekannten Injektoren muß eine leere Spritzpatrone durch eine gefüllte ersetzt werden. Dies ist ein umständlicher und zeitraubender Vorgang, für den die bekannten Injektoren in einem gewissen Ausmaß mechanisch auseinandergenommen werden müssen, beispielsweise durch Aufschrauben eines Bundes, Drehen eines

Handgriffs zur Abnahme einer Baugruppe oder eine ähnliche Maßnahme, damit die leere Spritzpatrone zugänglich wird. Nach dem Einsetzen der frischen Patrone muß zum Zusammensetzen der Vorgang in der umgekehrten Richtung durchgeführt werden, ehe der Injektor für die nächste Injektion verwendet werden kann.

Es ist bekannt, das Kontrastmittel vor der Injektion auf die Körpertemperatur zu erwärmen. Es ist ferner bekannt, daß bei einer Injektion des Kontrastmittels bei einer Temperatur über etwa 41°C das Gehirn geschädigt werden kann. Man hat sich schon sehr bemüht, eine Temperatur des Kontrastmittels unter dem kritischen Wert von 41°C zu gewährleisten, doch waren die Ergebnisse bisher nicht vollständig zufriedenstellend.

Die bekannten angiographischen Geräte sind mit Anzeigeeinrichtungen versehen, die anzeigen, daß der Injektor injektionsbereit ist. Diese Anzeigeeinrichtungen bleiben jedoch im Bereitschaftszustand des Injektors und während der Injektion in demselben Zustand. Die Bedienungsperson kann daher zwischen einem Nichtbereitschafts- und einem Bereitschaftszustand, aber nicht zwischen einem Bereitschaftszustand und der Injektion unterscheiden.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Geräte betrifft die Steuerung der Antriebseinrichtungen, die betätigt werden müssen, damit Spritzen mit Hilfe des Injektors gefüllt werden können. Mit Hilfe dieser Antriebseinrichtungen wird der Kolben des Injektors mit konstanter Geschwindigkeit angetrieben, so daß der Füllvorgang nicht mit dem höchstmöglichen Wirkungsgrad durchgeführt werden kann.

Das injizierte Kontrastmittelvolumen ist von der manuellen Einstellung des Geräts abhängig. Für eine einzige Injektion wird die Spritze mit dem erforderlichen oder einem größeren Volumen gefüllt und der Volumenregler auf das gewünschte Injektionsvolumen eingestellt. Wenn jedoch ein und dieselbe Spritze für mehrere Injektionen verwendet werden soll, kann die für eine gegebene Injektion in der Spritze verbleibende Menge des Kontrastmittels kleiner sein als erforderlich. Bei den bekannten Injektoren für angiographische Untersuchungen kann man ein ungenügendes Kontrastmittelvolumen in der Spritze nicht feststellen.

In bekannten durchflußregelnden Injektoren mit Rückführungs-Servosteuerungen wird der Injektionsdruck so eingestellt, daß bei der Injektion der gewünschte, eingestellte Durchfluß des Kontrastmittels erzielt wird. Dabei kann der Druck aber so niedrig sein, daß der Durchfluß zu gering ist. Bei den derzeit auf dem Markt befindlichen Injektoren bleibt ein derartiger, zu geringer Durchfluß unbemerkt.

Mehrere derzeit erhältliche Injektoren sind mit Einrichtungen zur Steuerung von dem Injektorsystem zugeordneten Hilfseinrichtungen, insbesondere von Filmwechslern oder Programmsteuerungen für Filmwechsler, versehen. Ein Filmwechsel wird meist dadurch eingeleitet, daß durch Schließen eines in dem Injektor selbst angeordneten Schalters ein Stromkreis der Hilfseinrichtung geschlossen wird. Es ist zwar erwünscht, den Filmwechsel in dem Filmwechsler mit der Injektion des Kontrastmittels in das Gefäßsystem zu synchronisieren, doch sind die derzeit erhältlichen Injektoren für angiographische Untersuchungen nicht für eine einwandfreie Synchronisation mit der R-Zacke eingerichtet.

Wichtig ist es auch, daß die Bedienungsperson eine Folge von Injektionen genau planen kann. Da Herzinjektionen gewöhnlich in Intervallen durchgeführt werden, die mit der EKG-Funktion synchron sind, wäre es für die Bedienungsperson vorteilhaft, wenn sie eine optische Anzeige der EKG-Funktion des Patienten erhielte. Keiner der bekannten Injektoren ist jedoch mit einer Einrichtung versehen, welche die entsprechende EKG-Funktion optisch derart darstellt, daß die Bedienungsperson ein Injektionsprogramm genau einteilen kann.

Ferner ermöglicht keiner der bekannten Injektoren für angiographische Zwecke eine Vorausdarstellung von optisch dargestellten Injektionsparametern unter Gegenüberstellung mit der EKG-Funktion. D. h., es besteht bisher nicht die Möglichkeit der optischen Darstellung der voreingestellten Injektionsparameter vor der Injektion selbst zur Kontrolle, ob alle Parameter richtig eingestellt sind. Es gibt bisher auch keinen Injektor, der eine optische Darstellung der ganzen durchgeführten Injektionsfolge ermöglicht.

Die bekannten Injektoren haben ferner den Nachteil, daß eine Hochdruckinjektion schon eingeleitet werden kann, bevor alle Injektionsparameter erreicht sind, oder wenn ein Parameter unabsichtlich verändert worden ist. Zwar sind Geräte mit Sicherheitseinrichtungen bekannt, doch ist keine davon so ausgeklügelt, daß eine hohe Sicherheit gewährleistet ist.

Die üblichen Antriebe für die Steuerung der Injektion von Kontrastmitteln haben den Nachteil, daß die Motoren durchgehen oder durchbrennen können oder ähnliche Fehler in der Motorsteuerung auftreten können. Es sind daher zahlreiche Sicherheitseinrichtungen eingebaut worden, beispielsweise Sicherungen,

Ausschalter, Bremsen, crowbar-Schaltungen, Strombegrenzungskreise und Überstrom-Anzeigekreise. Trotzdem gewährleisten die bekannten Injektoren keine Sicherheit gegen das Auftreten der vorstehend angegebenen Fehler.

Der Durchfluß des Blutes ist in verschiedenen Teilen des Körpers und auch während verschiedener Teile der Herzperiode verschieden. Dies führt in der Angiographie zu einem Problem, weil die Opazität eines Gefäßes nicht nur von dem Durchfluß des Kontrastmittels während der Injektion, sondern auch von dem Durchfluß des Blutes abhängt. Daher muß ein Injektor für angiographische Untersuchungen eine Programmierung von unterschiedlichen Durchflußwerten ermöglichen. In diesem Zusammenhang beschreibt die USA-Patentschrift 3 812 843 die schrittweise Einstellung von aufeinanderfolgenden Durchflußwerten, so daß ein programmierter Durchflußwertverlauf erhalten wird. Aber auch auf dem Gebiet der Programmierung von veränderlichen Durchflußwerten sind noch beträchtliche Verbesserungen möglich.

Ein weiterer schwerwiegender Nachteil der bekannten angiographischen Geräte besteht darin, daß Luft in das Gefäßsystem injiziert werden kann. Injektionen mit leeren Spritzen haben bereits zu Todesfällen geführt. Offenbar besteht ein Bedürfnis nach einer Einrichtung, die vor der Injektion die Anzeige einer leeren oder nur teilweise gefüllten Spritze ermöglicht.

Ferner besteht in der Angiographie ein Bedürfnis nach Verbesserungen an zum Wegwerfen nach dem Gebrauch bestimmten oder wiederholt verwendbaren Spritzenpatronen, die das Kontrastmittel enthalten. Die bekannten Spritzen haben vor allem schwerwiegende

Nachteile hinsichtlich ihrer Keimfreiheit. Oft werden sie vor einer Injektion nicht befriedigend sterilisiert. Ferner besteht ein Bedürfnis nach Spritzenpatronen, die ohne weiteres in einen Injektor für angiographische Zwecke eingesetzt werden können, ohne daß der Injektor oder die Spritze selbst überbeansprucht wird.

Besonders bei den zum Wegwerfen nach dem Gebrauch bestimmten Spritzenpatronen tritt das Problem auf, daß bei Hochdruckinjektionen die Kapazität der Spritze verändert wird. Wenn die Patrone den Injektionsdrücken ausgesetzt wird, dehnt sich die Patrone aus, so daß der Durchfluß zunächst abnimmt. Wenn dagegen am Ende der Injektion der Injektionsdruck herabgesetzt wird, zieht sich die Patrone zusammen, so daß das Kontrastmittel noch injiziert wird, wenn dies nicht mehr erwünscht ist. In keinem der bekannten Injektoren wird diese durch den Injektionsdruck verursachte Veränderung der Kapazität der Spritze irgendwie kompensiert.

Mit den derzeit bekannten Injektoren für angiographische Untersuchungen sind weitere Probleme und Nachteile verbunden. Zu diesen gehören die Tatsache, daß die elektrische Anzeige von Parametern, beispielsweise des während einer Injektion an der Spitze der Spritze entwickelten Druckes, nur mit komplizierten Einrichtungen möglich ist und daß es für den Wartungstechniker schwierig ist, etwaige Fehler in dem Gerät zu lokalisieren. Die bekannten Injektoren für angiographische Untersuchungen eignen sich ferner im allgemeinen nicht für eine Fernsteuerung, und sie sind mit Bedienungstafeln versehen, auf denen sich Flüssigkeiten und Staub ansammeln können.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, alle in den vorstehenden Absätzen angeführten Nachteile der bekannten Injektoren für angiographische Untersuchungen zu beseitigen.

Die Erfindung schafft einen verbesserten Injektor, der dazu dient, Kontrastmittel für angiographische Untersuchungen in das Gefäßsystem eines Patienten einzuleiten. Der Injektor gemäß der Erfindung zeichnet sich einerseits durch einen einfachen Aufbau und andererseits dadurch aus, daß er bisher in der Angiographie aufgetretene Schwierigkeiten beseitigt.

Der erfindungsgemäße Injektor für angiographische Untersuchungen besitzt ein Kopfstück mit einem Revolverkopf zur gleichzeitigen Halterung von zwei Spritzenpatronen. Wenn sich eine Spritze in der Gebrauchsstellung befindet, in der sie mit dem Antriebsstößel fluchtet, bleibt die andere Spritze im Bereitschaftszustand. Wenn dann die erste Spritze leer ist oder nicht mehr so viel Kontrastmittel enthält, wie für die nächste Injektion erforderlich ist, wird der Revolverkopf um 180 ° gedreht, so daß die neugefüllte Spritze in die Gebrauchsstellung gelangt. Es ist ein Sicherheitsmechanismus vorgesehen, der ein einwandfreies Fluchten der Spritze vor dem Einleiten einer Injektion gewährleistet, ferner eine feste, zuverlässige Rasteinrichtung zur Aufnahme und Steuerung des Kolbens der Spritze und zur Aufnahme von Spritzen, die in jeder der beiden Drehrichtungen des Revolverkopfes zugeführt werden können.

Der erfindungsgemäße Injektor ist ferner mit einer Einrichtung versehen, welche die die beiden in dem Revolverkopf angeordneten Spritzenpatronen umgebenden Druckmäntel federnd aufnehmen kann und dazu dient, das Kontrastmittel vor

der Injektion auf die Körpertemperatur zu erwärmen. Zum Unterschied von den derzeit verwendeten Heizelementen ist die erfindungsgemäße Heizeinrichtung mit einer automatischen, redundanten Temperaturregelschaltung sowie mit einer Einrichtung zur optischen Anzeige eines Ausfalls des Temperaturfühlers versehen.

Der erfindungsgemäße Injektor ist ferner mit Anzeigeeinrichtungen versehen, die eine Anzeige geben, wenn der Injektor nicht injektionsbereit ist, wenn er injektionsbereit ist und wenn eine Injektion stattfindet. Eine einzige Anzeigeeinrichtung kann drei Zustände annehmen. Sie ist unwirksam, wenn der Injektor nicht injektionsbereit ist; sie wird bei injektionsbereitem Injektor intermittierend betätigt, und sie wird während einer Injektion dauernd betätigt.

Die Einrichtungen zur Steuerung des Füllvorganges des erfindungsgemäßen Injektors ermöglichen vorprogrammierte Veränderungen des Durchflusses zwecks optimaler Austreibung der Luft während des Füllvorganges. Insbesondere wird der Füllvorgang mit einem einzigen, am Kopf des Injektors vorgesehenen Schalter und die diesem zugeordnete Schaltung gesteuert. Wenn man den Schalter intermittierend betätigt, bewegt sich der Kolben nur langsam. Wenn der Schalter dagegen geschlossen gehalten wird, nimmt die Kolbengeschwindigkeit im Lauf der Zeit zu.

Durch den Injektor gemäß der Erfindung wird auch die Schwierigkeit vermieden, die auftritt, wenn die Bedienungsperson mehr Kontrastmittel braucht als in der Spritze enthalten ist. Der erfindungsgemäße Injektor besitzt eine

Anzeigeeinrichtung, die eine Anzeige gibt, wenn das gewünschte Injektionsvolumen größer ist als das in der Spritze enthaltene Kontrastmittelvolumen. In diesem Fall wird eine Injektion verhindert. Die Bedienungsperson steht im allgemeinen vor dem von dem Kopfstück des Injektors entfernten Bedienungsteil und kann mit dieser Einrichtung auch feststellen, wieviel Kontrastmittel noch in der Spritze enthalten ist.

Der hier beschriebene Injektor ist ferner mit einer Einrichtung versehen, die verhindert, daß infolge von ungenügendem Druck Injektionen mit einem zu kleinen Durchfluß vorgenommen werden. Es wird entweder der Ist-Durchfluß oder die Differenz zwischen dem Ist- und dem Soll-Durchfluß angezeigt. Es ist eine Meßeinrichtung vorgesehen, welche den größten mit dem Injektor erzielten Durchfluß erfaßt und speichert. Ferner werden zur Anzeige des Ist-Druckes Druckanzeigelampen eingeschaltet. Die Bedienungsperson kann daher die Injektion bei zu kleinem Durchfluß unterbrechen.

Es ist ferner eine neuartige Steuerung von Hilfseinrichtungen für den Injektor, beispielsweise eines Filmwechslers, vorgesehen. Der erfindungsgemäße Injektor ist mit einer Schaltung zum Synchronisieren des zum Auslösen des Filmwechslers dienenden Schalters mit dem Elektrokardiographen versehen. Man kann das Auslösesignal bei der R-Zacke auslösen oder nach einem der R-Zacke folgenden, einstellbaren Zeitraum. Das Auslösesignal ist ein Rechteckimpuls. Es wird durch den Elektrokardiographen ausgelöst und bestimmt eine einstellbare Einschaltzeit. Man kann mit Hilfe des Auslösesignals daher den Schalter nach einer R-Zacke schließen und dann geschlossen halten,

oder man kann ihn nach jeder von mehreren R-Zacken schließen, wobei er nach jeder R-Zacke nur während eines kurzen, einstellbaren Zeitraums geschlossen bleibt. Durch diese Synchronisation mit den R-Zacken wird gewährleistet, daß der Filmwechsler jeweils in dem gewünschten Zeitpunkt ausgelöst wird, selbst wenn sich die Pulsfrequenz stark verändert.

Der erfindungsgemäße Injektor ist mit einer Einrichtung versehen, die das Zeitintervall zwischen den R-Zacken aufeinanderfolgender Herzperioden anzeigt. Aufgrund dieser Information kann die Bedienungsperson das Programm so wählen, daß nur in dem Intervall zwischen aufeinanderfolgenden R-Zacken injiziert wird. Insbesondere zeigt der Injektor in Hundertstelsekunden das Zeitintervall zwischen aufeinanderfolgenden R-Zacken an. Wenn daher bei einem R-R-Zeitintervall von 0,8 sek die Bedienungsperson eine Injektion von 0,5 sek vornehmen will und nach dem Ende der Injektion bis zu der nächsten R-Zacke 0,1 sek verstreichen soll, kann sie die Betätigung des Filmwechslers mit einer Verzögerung von höchstens 0,2 sek nach dem Beginn der R-Zacke programmieren.

Der erfindungsgemäße Injektor ermöglicht ferner eine optische Vorausdarstellung von Injektionsparametern unter Gegenüberstellung mit dem EKG. Man kann die von der Bedienungsperson eingestellten Durchfluß- und Volumenwerte auf einem eigenen Oszillographen darstellen oder sie einer Überwachungs- oder Aufzeichnungseinrichtung zuführen. Wenn diese Parameter optisch dargestellt werden, kann man ihren Verlauf erkennen. Ihre Synchronisation mit dem EKG ermöglicht die Feststellung, ob alle Parameter richtig eingestellt sind. Etwa erforderliche Veränderungen der Einstellungen können dann vor dem Beginn der Injektion vorgenommen werden. Der Oszillograph zur Vorausdarstellung des eingestellten

Injektionsprogramms kann auch zur Darstellung der ganzen Injektionsfolge verwendet werden. In diesem Fall wird die dem Oszillographen zugeordnete Speichereinrichtung knapp vor einer Injektion eingeschaltet und nach Beendigung der Injektion automatisch ausgeschaltet.

In dem erfindungsgemäßen Injektor ist eine Sicherheitseinrichtung vorgesehen, welche den Beginn einer Injektion verhindert, wenn ein wichtiger Injektionsparameter nicht eingestellt oder vielleicht unsichtlich verändert worden ist. Vor dem Beginn einer Injektion müssen bestimmte Betriebsgrößen gewählt werden. Wenn man eine dieser Betriebsgrößen nicht wählt oder bestimmte Betriebsgrößen nach ihrer Wahl verändert, wird der Injektor automatisch blockiert.

Der erfindungsgemäße Injektor besitzt eine Motorsteuerschaltung mit Schutzfunktion. Obwohl keine der üblichen Schutzeinrichtungen vorgesehen ist, bleibt bei einem Ausfall des Ausgangskreises der Motorsteuerung der Motor stehen, so daß die Stromzufuhr unabhängig von der Ursache des Ausfalls unterbrochen wird. Der Antriebsmotor wird über einen Transformator gespeist, und die Drehzahl des Motors wird durch impulsbreitenmodulierte Signale gesteuert.

Der erfindungsgemäße Injektor ist mit einer Schaltung versehen, die eine programmierte Veränderung des Durchflusses während einer Injektion nach zwei neuartigen Methoden ermöglicht. In der ersten Methode kann der Durchfluß während der Injektion nach vier programmierten Funktionen gesteuert werden, wobei nicht immer

alle Funktionen angewendet werden müssen. Die erste Funktion bewirkt eine lineare Zunahme des Durchflusses von 0 ml/sek auf einen eingestellten Wert während einer eingestellten Zeit. Die zweite Funktion bewirkt die Aufrechterhaltung des erreichten Durchflusses während einer eingestellten Zeit oder bis zur Abgabe eines eingestellten Volumens. Die dritte Funktion bewirkt die Zu- oder Abnahme des Durchflusses auf einen neuen Wert mit einer eingestellten Geschwindigkeit. Die vierte Funktion bewirkt die Aufrechterhaltung des zweiten Durchflusses bis zur Abgabe eines eingestellten Volumens. Die zweite Methode der Steuerung des Durchflusses besteht aus einer Folge von Injektionsschritten mit zunehmendem oder abnehmendem Durchfluß, wobei jeder Schritt in zeitlicher Abhängigkeit von den Impulsen einer Folge von R-Zacken des EKG ausgelöst wird. Mit dieser Methode kann man den Durchfluß des Blutes in einem Gefäß bestimmen. Wenn man den Durchfluß bei der Injektion schrittweise vergrößert, tritt ein Rückfluß auf, wenn die Durchflußmenge des Blutes erreicht ist.

Beim Gebrauch des erfindungsgemäßen Injektors für angiographische Untersuchungen ist ferner die Gefahr des Einleitens von Luft in das Gefäßsystem auf ein Minimum reduziert. Wenn das ganze Volumen einer Spritze zwischen ihrem Kolben und ihrer Spitze mit Kontrastmittel gefüllt ist, wird dieses während einer Hochdruckinjektion nur minimal zusammengedrückt. In einer leeren oder Luftblasen enthaltenden Spritze dagegen wird die Luft unter dem Injektionsdruck beträchtlich zusammengedrückt. Dieses Zusammendrücken wirkt sich auf die Stromaufnahme des Antriebsmotors aus. Der erfindungsgemäße Injektor ist mit einer Einrichtung versehen, die ein Sinken der Stromaufnahme des Antriebsmotors und damit auch das Vorhandensein von Luft in der Spritze anzeigt. Ein noch genaueres

Luftanzeigesignal kann man von dem Verhältnis des Drucksignals zu dem Ist-Durchfluß-Signal ableiten. Dieses Signal ist dem Widerstand gegen die Bewegung des Kolbens annähernd proportional. Beim Vorhandensein von Luft in der Spritze ist das Bewegungswiderstandssignal ungewöhnlich klein.

Die Erfindung schafft ferner eine Spritzenpatrone, die für die Verwendung mit dem erfindungsgemäßen Injektor für angiographische Untersuchungen geeignet ist. In der Spritzenpatrone ist zwischen dem Kolben und dem Spritzenkörper eine doppelte Dichtung vorgesehen, die Drücken in der Größenordnung von $84 - 141 \text{ kp/cm}^2$ gewachsen ist. Beim Sterilisieren mit Gas kann dieses zwischen Rippen im hinteren Teil des Spritzenkörpers auch in den Raum zwischen den beiden Kolbendichtungen eintreten. Die Verbindung zwischen dem Kolben der Spritze und dem im Kopf des Injektors angeordneten Antrieb wird durch einen knopfartigen Fortsatz am äußeren Ende des Kolbens hergestellt. Dieser knopfartige Fortsatz ist so ausgebildet, daß der in dem Injektorkopf angeordnete Antrieb, der knopfartige Fortsatz und sein Schaft so wenig wie möglich beansprucht werden und die Verbindung zwischen dem knopfartigen Fortsatz und dem Antrieb erleichtert wird.

Der erfindungsgemäße Injektor ist ferner mit einer Rückführungsschaltung versehen, die den Durchfluß zu Beginn einer Hochdruckinjektion erhöht und gegen Ende der Injektion verringert. Dadurch werden die auf die Druckbeanspruchung zurückzuführenden Veränderungen der Kapazität der Spritze automatisch kompensiert, so daß sowohl die Anstiegszeit als auch die Abfallzeit des Druckes während der Injektion verkürzt werden.

Der erfindungsgemäße Injektor für angiographische Untersuchungen besitzt ferner eine Einrichtung zur direkten Anzeige des an der Spitze der Spritze entwickelten Ist-Druckes und einen Satz von Anzeigelampen, die aufleuchten, wenn ihnen zugeordnete Stromkreise und Bestandteile des Injektors ausfallen. Dadurch wird die Instandsetzung erleichtert. Alle Injektionsparameter können mit Hilfe von Anzeigesignalen oder von an dem Bedienungsteil vorgesehenen, kapazitiven Schaltern an einer von dem Injektor entfernten Stelle überwacht werden, an der diese Einrichtungen nicht durch Kontrastmittel oder durch andere Stoffe verschmutzt werden können.

Die Erfindung schafft somit einen Injektor für angiographische Untersuchungen und eine für die Verwendung in diesem Injektor geeignete Spritzenpatrone mit dem Ziel, die vorstehend besprochenen Nachteile der bekannten Injektoren für angiographische Untersuchungen zu vermeiden oder zu beseitigen.

Der erfindungsgemäße Injektor dient zum Injizieren von Strömungsmittel, insbesondere von Kontrastmittel, in das Gefäßsystem eines Menschen oder Tieres. Der Injektor besitzt ein Kopfstück und einen Bedienungsteil. Das Kopfstück enthält den Antrieb mit dem Motor und trägt eine abnehmbare Spritzenpatrone, welche das Strömungsmittel enthält. Der Kopf ist einstückig mit einem Druckmantel ausgebildet, welcher die Spritzenpatrone aufnimmt, die einen Kolben enthält, der dazu dient, das Strömungsmittel aus der Spritzenpatrone durch einen Katheter in das Gefäßsystem zu drücken. Der Bedienungsteil ist mit Einrichtungen zur Wahl der Injektionsparameter und mit einer Schaltung zur Steuerung der Injektion des Kontrastmittels in das Gefäßsystem versehen. Die Erfindung schafft ferner eine Spritzenpatrone für die Verwendung in dem Injektor für Kontrastmittel.

Die vorstehend angegebenen und weitere Aufgaben und Merkmale der Erfindung werden in der nachstehenden Beschreibung anhand der beigefügten Zeichnungen weiter erläutert. In diesen zeigt

Fig. 1 schaubildlich den erfindungsgemäßen Injektor für angiographische Untersuchungen mit dem Kopfstück und dem Bedienungsteil,

Fig. 2 schaubildlich von vorn gesehen den zur Aufnahme von zwei Spritzen bestimmten Revolverkopf des erfindungsgemäßen Injektors, wobei sich eine Spritze in der Stellung für eine Injektion befindet,

Fig. 3 in einer ähnlichen Darstellung wie Fig. 2 den Injektor mit dem aus der Injektionsstellung herausgedrehten Revolverkopf, so daß der in dem Kopfstück angeordnete und zum Angriff an dem Kolben bestimmte Antrieb erkennbar ist,

Fig. 4 in einer Draufsicht eines der beiden Rastglieder des Antriebes gemäß Fig. 3,

Fig. 5 schematisch den Mechanismus zum Ausrichten des Revolverkopfes,

Fig. 6 in größerem Maßstab schaubildlich, von der Seite gesehen, das Kopfstück des erfindungsgemäßen Injektors,

Fig. 7 ein Schaltschema der erfindungsgemäß vorgesehenen Heizung für das Kontrastmittel,

Fig. 8 schematisch die in dem erfindungsgemäßen Injektor verwendete Einrichtung zur Anzeige des Betriebszustandes,

Fig. 9 ein Schaltschema der erfindungsgemäßen
Schaltung zur Steuerung des Füllvorganges,

Fig. 10 ein Schaltschema der erfindungsgemäßen
Volumenkontrollschaltung,

Fig. 11 ein Schaltschema der in dem erfindungsgemäßen
Injektor verwendeten Schaltung zur Durchflußanzeige,

Fig. 12 ein Schaltschema der Schaltung zum Erzeugen
des von der EKG-Funktion abgeleiteten, verzögerten Auslösesi-
gnals,

Fig. 13 ein Schaltschema der in dem erfindungsgemäßen
Injektor verwendeten Schaltung zur Anzeige des R-R-Zeitinter-
valls,

Fig. 14 ein Schaltschema der in dem erfindungsgemäßen
Injektor vorgesehenen Einrichtung zur Voranzeige des Programms,

Fig. 15 ein Blockschema des Speicheroszillographen zur
späteren Darstellung einer durchgeführten Injektion,

Fig. 16 ein Schaltschema der automatischen
Blockierungseinrichtung gemäß der Erfindung,

Fig. 17 ein Schaltschema der in dem erfindungsgemäßen
Injektor verwendeten Motorsteuerschaltung,

Fig. 18 ein Schaltschema der erfindungsgemäßen
Durchflußsteuerschaltung für vier programmierte Funktio-
nen,

Fig. 19 ein Schaltschema der von dem Elektrokardiographen gesteuerten Folgeschalteinrichtung,

Fig. 20 ein Schaltschema einer Schaltung zum Anzeigen des Vorhandenseins von Luft in der Spritzenpatrone durch Überwachung des Motorstroms,

Fig. 21 ein Schaltschema einer anderen Anordnung zur Anzeige des Vorhandenseins von Luft in der Spritze unter Ausnutzung einer Eigenschaft der das Kontrastmittel enthaltenden Spritze,

Fig. 22 einen Querschnitt durch eine Spritzenpatrone, die in dem erfindungsgemäßen Injektor für angiographische Untersuchungen verwendet werden kann,

Fig. 23 in einer Stirnansicht die Spritze gemäß Fig. 22,

Fig. 24 in einem Kurvenbild die Abhängigkeit der Kapazität der Spritze von dem Druck und dem Kontrastmittelvolumen,

Fig. 25 in einem Blockschema die erfindungsgemäß vorgesehene Schaltung zur Kapazitätskompensation,

Fig. 26 ein Schaltschema der Druckanzeigeeinrichtung des erfindungsgemäßen Injektors,

Fig. 27 ein Blockschema der ganzen in dem erfindungsgemäßen Injektor verwendeten Schaltung,

Fig. 28a in Draufsicht einen Mechanismus zum Begrenzen des Hubes des Stößels des erfindungsgemäßen Injektors und

Fig. 28b in einer Seitenansicht den Mechanismus gemäß Fig. 28a.

In Fig. 1 ist der erfindungsgemäße Injektor für angiographische Untersuchungen mit 10 bezeichnet. Der Injektor 10 besitzt ein Kopfstück 12, einen Bedienungsteil 14 und einen Ständer 16, der auf Rädern 18 läuft. Oben auf dem Kopfstück 12 sind eine Skala 20, ein Bedienungsknopf 22 und eine Anzeigelampe 24 vorgesehen. Für die manuelle Betätigung des Kopfstückes 12 sind ein Knopf 26 und ein Hebel 516 vorgesehen.

Auf dem Vorderteil des Kopfstückes 12 ist ein Revolverkopf 28 um einen Zapfen 30 drehbar gelagert. In dem Revolverkopf 28 sind zwei Druckmäntel 32 und 34 befestigt, die je eine Spritzenpatrone enthalten, von denen nur die Spitzen 36 erkennbar sind.

Die Bedienungstafel des in Fig. 1 gezeigten Bedienungsteils 14 ist in fünf Bereiche unterteilt, von denen jeder mit Bedienungselementen versehen ist. Es sind ein Volumensteuermodul 38, ein Durchflußsteuermodul 40 und ein Zeitsteuermodul 42 vorgesehen, ferner ein Modul 44 zur Steuerung eines Durchflußverlaufs und ein Oszillographenmodul 46.

Anhand der Figuren 2 - 6 wird der Mechanismus des Revolverkopfs für zwei Spritzen beschrieben. Wie am besten aus den Figuren 2 und 6 hervorgeht, ist der Revolverkopf 28 mit zwei vorstehenden Anschlägen 50 und 52 versehen. An dem Kopfstück 12 des Injektors sind Anschläge 54 und 56 vorgesehen, die mit den Anschlägen 50 und 52 des Revolverkopfes 28 zusammenwirken können. Infolge des Zusammenwirkens der Anschläge 50 und 52 mit den Anschlägen 54 und 56 kann der Revolverkopf 28 nur zwischen den in den Figuren 2 und 6 gezeigten Stellungen gedreht werden, d.h.,

aus der in Fig. 6 gezeigten Stellung nur in der Richtung des Pfeils 58 und aus der in Fig. 2 gezeigten Stellung nur in Richtung des Pfeils 59.

Fig. 3 zeigt den Revolverkopf in einer Stellung zwischen den in Fig. 2 und 6 gezeigten Endstellungen. In dieser Zwischenstellung liegt der mit 60 bezeichnete Antrieb frei. Dieser ist mit zwei einzeln aufgehängten, elastischen Rastgliedern 62 und 64 und mit zwei einstückigen Stößelelementen 66 und 68 versehen. In Fig. 4 sind die Stößelelemente 66 und 68 in einer um 90° gedrehten Stellung gezeigt, um die Beschreibung zu erleichtern. Gemäß Fig. 4 stehen die beiden Stößel 66 und 68 von einem Hauptstößel 70 vor, mit dem sie einstückig sind und der mittels eines in dem Kopfstück 12 angeordneten Mechanismus von einem Motor angetrieben wird.

Die Rastglieder 62 und 64 sind einander ähnlich. Daher ist in Fig. 4 nur das Rastglied 64 gezeigt. Das elastische Rastglied 64 besitzt einen ebenen Körper 72, eine abwärts vorstehende Vorderwand 74 und abwärts vorstehende Seitenwände 76 und 78. Ein hinterer Flansch 80 des Rastgliedes 64 dient als Befestigungsplatte, mit der das Rastglied durch zwei Schrauben 82 an dem Hauptstößel 70 befestigt ist. Der ebene Körper 72 des Rastgliedes 64 ist von einer rechteckigen Ausnehmung 84 durchsetzt.

Wie am besten aus der Fig. 3 hervorgeht, ist das Rastglied 62 ähnlich ausgebildet wie das Rastglied 64, aber spiegelbildlich zu ihm angeordnet. Das Zusammenwirken zwischen den Rastgliedern 62 und 64 wird nachstehend beschrieben. Aus nachstehend erläuterten Gründen sind die in Fig. 4

dargestellten Abmessungen "a" und "b" für die Abmessungen der zugeordneten Spritze kritisch. Die Rastgliedabmessung "a" beträgt etwa 3,94 mm und die Abmessung "b" 4,8 - 5,1 mm.

Fig. 5 zeigt den Zentriermechanismus, der dem Revolverkopf 28 zugeordnet ist. An der von dem Kopf des Zapfens 30 entfernten Seite des Revolverkopfes 28 ist ein mit diesem einstückiger, abgeflachter Fortsatz 86 vorgesehen. Dieser ist in der Richtung des Zapfens 30 langgestreckt und besitzt zwei ebene Flächen 88 und 90 und zwei gekrümmte Flächen 92 und 94. An den beiden gekrümmten Flächen 92 und 94 ist je ein Stift 96 befestigt, der sich mit dem Fortsatz 86 um den Zapfen 30 dreht.

Federn 100 und 102 drücken eine gegenüber den Stiften 96 versetzte, ebene Platte 98 gegen den Fortsatz 86. Die Federn 100 und 102 sind auf Stäben 104 und 106 montiert und mit Ringscheiben 108 bzw. 110 festgelegt, die ihrerseits gegenüber dem Gehäuse des Kopfstückes 12 festgelegt sind.

Beim Drehen des Revolverkopfes 28 dreht sich auch dessen hinterer Fortsatz 86. Der Revolverkopf 28 wird von Hand gedreht. Da die Federn 100 und 102 relativ schwach sind, setzen sie der Drehbewegung nur einen minimalen Widerstand entgegen. Beim Drehen des Fortsatzes 86 um den Zapfen 30 wird die Platte 98 aufwärts zu den Ringscheiben 108 und 110 hin gedrückt. Beim Erreichen ihrer höchsten Stellung berührt die Platte 98 die gekrümmten Flächen 92 und 94. Sie wird ständig gegen den Fortsatz 86 gedrückt. Bei einem Drehen des Fortsatzes 86 in der Richtung des Pfeils 112 wird daher die Platte 98

von der Fläche 90 weggedrückt, wobei sie die Fläche 92 und schließlich die Fläche 88 berührt. Wenn die Fläche 88 mit der Platte 98 fast ebenflächig ist, drücken die Federn 100 und 102 den Fortsatz 86 in eine solche Stellung, daß die Platte 98 satt an der ebenen Fläche 88 anliegt.

Wenn eine der beiden Flächen 88 und 90 satt an der Platte 98 anliegt, befindet sich eine der beiden von dem Revolverkopf 28 getragenen Spritzen in der Stellung für die Injektion. Die Stifte 96 betätigen dann einen Mikroschalter 114, der einen Stromkreis schließt, der eine Injektion ermöglicht. Die Anschläge 50 und 52 wirken mit den Anschlägen 54 und 56 zusammen, wenn sich der Revolverkopf 28 annähernd in einer der Stellungen befindet, in der eine der ebenen Flächen 88 und 90 die Platte 98 berührt.

Anhand der Figuren 6 und 7 wird jetzt die erfindungsgemäße Temperaturregeleinrichtung beschrieben. Fig. 6 zeigt eine der auf je einem der Druckmäntel 32 und 34 montierten Heizhülsen. Die Heizhülsen 116 bestehen aus elastischem Material, in dem Heizelemente eingebettet sind, und können die Druckmäntel satt umschließen. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Hülsen 116 oben offen und unten mit einem breiteren Gehäuse 118 versehen, welches die elektronische Schaltung aufnimmt. Der Stromkreis der Heizhülsen 116 wird über elektrische Leitungen 120 gespeist. Anhand der Fig. 7 wird jetzt die in dem Teil 118 der Heizhülse 116 angeordnete Schaltung beschrieben. Über Leitungen 120 wird an die Heizschaltung ein Wechselstromsignal

abgegeben. Die Bimetallthermostate 122 und 124 sind normalerweise geschlossen, so daß sie den Stromkreis zwischen der Stromquelle und einem durch den Widerstand 126 dargestellten Heizelement normalerweise schließen. Der Thermostat 122 öffnet bei $36,7^{\circ}\text{C}$ und der Thermostat 124 bei $42,2^{\circ}\text{C}$. Dem Thermostaten 124 ist eine Lampe 128 parallelgeschaltet. Diese leuchtet durch eine nicht gezeigte Öffnung im Innern des Teils 118 in den zugeordneten Druckmantel 32 oder 34 hinein.

Im normalen Betriebszustand ist der Stromkreis zwischen der Stromquelle, den Thermostaten 122 und 124 und dem Heizelement 126 geschlossen. Beim Erreichen einer Temperatur von $36,7^{\circ}\text{C}$ öffnet der Thermostat 122, so daß die Stromzufuhr zu dem Heizelement 126 unterbrochen wird. Der Thermostat 122 kühlt sich daraufhin ab, so daß er wieder schließt und das Heizelement 126 wieder eingeschaltet wird. Bei einem Ausfall des Thermostaten 122 hat die Schaltung eine andere Wirkungsweise. Wenn der Thermostat 122 im offenen Zustand ausfällt, erkennt die Bedienungsperson diesen Ausfall daran, daß das Kontrastmittel nicht genügend warm ist. Die erfindungsgemäße Schaltung ist so eingerichtet, daß sie ein für den Patienten möglicherweise gefährliches Überhitzen des Kontrastmittels verhindert. Dabei ist zu berücksichtigen, daß aller Wahrscheinlichkeit nach der Thermostat 122 vor dem Thermostaten 124 ausfällt, der auf eine höhere Temperatur eingestellt ist. Wenn der Thermostat bei einer Temperatur über $36,7^{\circ}\text{C}$ geschlossen ist, fließt weiter Strom durch das Heizelement 126. Wenn dann die Ansprechtemperatur des Thermostaten 124 von $42,2^{\circ}\text{C}$ erreicht ist, öffnet der Thermostat 124. Wenn jetzt der Thermostat 122 geschlossen ist, fließt Strom durch die Lampe 128, so daß die

Bedienungsperson erkennt, daß der Druckmantel leuchtet. Sie kann jetzt sofort die Heizhülse 116 durch eine andere ersetzen. In der in Fig. 7 gezeigten Schaltung kann man daher eine Fehlfunktion der Heizeinrichtung erkennen, ehe das Kontrastmittel überhitzt wird. Dabei ist zwar der Thermostat 124 auf eine Temperatur von $42,2^{\circ}\text{C}$ eingestellt, doch erreicht das Kontrastmittel keine so hohe Temperatur.

Nachstehend wird anhand der Fig. 8 die Schaltung zur Anzeige des Betriebszustandes beschrieben. Auf der Bedienungstafel des Bedienungsteils 14 erkennt man eine Lampe 130. Diese kann drei Zustände annehmen. In dem ersten Zustand ist sie dunkel; in dem zweiten blinkt sie und in dem dritten leuchtet sie dauernd. Die dunkle Lampe 130 zeigt an, daß der Injektor nicht injektionsbereit ist. Das Blinken der Lampe 130 besagt, daß der Injektor injektionsbereit ist. Die dauernd leuchtende Lampe 130 zeigt an, daß eine Injektion im Gange ist. Ein ständig laufender Taktgeber 132 erzeugt eine Folge von frequenzkonstanten Impulsen. Wenn sich der Kontakt des Schalters 136 in der in Fig. 8 gezeigten, unbetätigten Stellung befindet, gelangen die Ausgangsimpulse des Taktgebers 132 in die Leitung 134. Zum Einschalten der Schaltungsanordnung des Injektors nach dem Einstellen der Injektionsparameter drückt die Bedienungsperson den Knopf 138. Infolgedessen gibt das Flipflop 140 ein Signal ab, das bewirkt, daß ein normalerweise offener Schalter 142 schließt. Bei geschlossenem Schalter 142 gelangen die von dem Taktgeber 132 abgegebenen Taktimpulse an die Basis eines Transistors 144, der somit bei jedem Taktimpuls leitet. Bei leitendem Transistor 144 wird die Klemme 146, an der ein Plus-Potential liegt, über die Lampe 130 und den Transistor 144 an Erde gelegt. Da der Transistor 144 zwischen

seinem leitenden und seinem nichtleitenden Zustand umgetastet wird, blinkt die Lampe 130. Wenn die Bedienungsperson nicht alle Parameter einstellt, die für eine vollständige Injektion erforderlich sind, wird an die Klemme 148 ein Blockierungssignal angelegt, das bewirkt, daß der Schalter 142 in seiner normalen, offenen Stellung bleibt. Bei offenem Schalter 142 ist der Transistor 144 nichtleitend und fließt kein Strom durch die Lampe 130, die daher dunkel bleibt.

Wenn die Bedienungsperson alle für eine Injektion erforderlichen Parameter eingestellt und durch Drücken des Druckknopfes 138 die Schaltungsanordnung des Injektors eingeschaltet hat, blinkt die zur Anzeige des Betriebszustandes dienende Lampe 130 in der vorstehend angegebenen Weise. Wenn der Injektor injektionsbereit ist, drückt die Bedienungsperson dann einen nicht gezeigten Injektionsknopf, worauf der Injektionsvorgang beginnt. Während der Injektion wird der Schalter 136 von dem Taktgeber 134 auf die Klemme 154 umgeschaltet, die mit einer Plus-Potential-Quelle verbunden ist. Wenn die Schalter 136 und 142 in anderen Stellungen sind als in der Fig. 8, wird das positive Potential von der Klemme 154 an die Basis des Transistors 144 angelegt, so daß dieser in seinem leitenden Zustand bleibt. Bei leitendem Transistor 144 fließt dauernd ein Strom von der Klemme 146, an der ein Plus-Potential liegt, durch die zur Anzeige des Betriebszustandes dienende Lampe 130, die daher während der Injektion dauernd leuchtet.

Nachstehend wird anhand der Fig. 9 die Schaltung beschrieben, die zur Steuerung des Füllvorganges dient. Der in Fig. 9 mit 22 bezeichnete Schalter ist der in Fig. 6 oben an dem Kopfstück 12 dargestellte Schalter. Der Schalter 22

ist tatsächlich ein Umschalter, jedoch in Fig. 9 zur Erleichterung der Beschreibung als einfacher Hin- und-Her-Schalter dargestellt. Der in Fig. 9 gezeigte Motor 150 ist der Motor, der den Antrieb 60 (Fig. 3) zur Durchführung eines Injektionsvorganges betätigt.

Der Schalter 22 ist über die Klemme 156 mit einer Plus-Potential-Quelle verbunden. In Reihe mit dem Schalter 22 sind ein Widerstand 158 und ein Kondensator 160 geschaltet. Das an dem Kondensator 160 liegende Potential wird von einem Verstärker 162 verstärkt, der den Motor 150 steuert.

Bei weiter gedrücktem Schalter 22 wird der Kondensator 160 über den Widerstand 158 von dem Klemme 156 aus auf seine Höchstspannung geladen. Dabei steigt die Spannung an dem Kondensator 160 exponential an, wie dies in Fig. 9 bei 164 dargestellt ist. Dieses Signal wird in dem Verstärker 152 verstärkt und bewirkt, daß der Motor 150 schnell auf eine hohe Drehzahl hochläuft, wie sie in bestimmten Fällen beim Füllen von Spritzen erwünscht ist. Beim intermittierenden Drücken des Schalters 22 wird der Kondensator 160 dagegen periodisch entladen, wenn der Schalter 22 an Erde gelegt wird. Dies ist bei 166 dargestellt. Unter diesen Bedingungen hat das über den Verstärker 162 an den Motor 150 angelegte Signal ein niedrigeres Potential, so daß der Motor 150 langsamer läuft. Man kann daher mit einem einzigen Schalter die Drehzahl des Motors 150 in der gewünschten Weise steuern.

Fig. 10 zeigt die erfindungsgemäß vorgesehene Schaltung, die der Bedienungsperson anzeigt, daß die in der Spritze vorhandene Kontrastmittelmenge zur Durchführung der erforderlichen Injektion nicht ausreicht. Der

Durchfluß des Kontrastmittels in das Gefäßsystem wird in dem Bedienungsteil 14 an dem Modul 38 eingestellt, der zum Einstellen des Volumens dient. Dabei bewegt sich innen ein Schleifkontakt 168 eines veränderbaren Widerstandes 170. Von diesem Schleifkontakt 168 wird ein Signal an die nichtumkehrende Eingangsklemme eines Komparators 172 angelegt. An die andere Eingangsklemme des Komparators 172 wird ein Signal von einem veränderbaren Widerstand 174 angelegt, dessen Schleifkontakt 176 sich mit dem Stößel 70 bewegt, der zum Antrieb des Kolbens der Spritzenpatrone dient. Der Komparator 172 erhält daher ein Signal, das der Stellung des Stößels 70 und damit der Menge des in der Spritze noch enthaltenen Kontrastmittels direkt proportional ist, sowie ein Signal, das der von der Bedienungsperson eingestellten Kontrastmittelmenge proportional ist.

Bei negativem Ausgangssignal des Komparators 172, d. h., wenn mehr Kontrastmittel vorhanden ist als für eine Injektion benötigt wird, sperrt eine Diode 178 den Stromfluß. Wenn dagegen die Spritze eine kleinere als die von der Bedienungsperson eingestellte Kontrastmittelmenge enthält, erzeugt der Komparator 172 ein positives Ausgangssignal, das über die Diode 178 an eine Anzeigelampe 180 und an einen Blockierungsausgang 182 angelegt wird. Während einer Injektion, bei deren Beginn die Spritze genügend Kontrastmittel enthielt, soll aber kein Blockierungssignal auftreten. Aus diesem Grunde ist der Druckknopf zum Einleiten der Injektion mit einem Schalter 184 verbunden. Wenn zunächst genügend Kontrastmittel zur Durchführung einer Injektion vorhanden ist, wird durch Einleiten des Injektionsvorganges der Schalter 184 geöffnet, so daß kein Blockierungssignal auftritt.

Die in Fig. 10 dargestellte Schaltung soll eine Anzeige geben, wenn nicht genügend Kontrastmittel zur Durchführung einer Injektion vorhanden ist. Man kann diese Schaltung aber auch zur Bestimmung des in der Spritze vorhandenen Kontrastmittels verwenden. Die Stellung des Schleifkontakts 176 des Potentiometers 174 ist direkt von dem in der Spritze vorhandenen Kontrastmittelvolumen abhängig. Zur Bestimmung dieses Volumens braucht die Bedienungsperson nur durch Verstellen des veränderbaren Widerstandes 170 eine immer größer werdende Kontrastmittelmenge einzustellen, bis die Lampe 180 aufleuchtet. In diesem Augenblick gibt die auf der Bedienungsplatte ablesbare Einstellung des Widerstandes 170 das in der Spritze enthaltene Kontrastmittelvolumen an.

Die Schaltung zur Durchflußanzeige ist in Fig. 11 dargestellt. Mittels des Schleifkontakts 176 wird von dem Potentiometer 174 ein positives Signal abgenommen, das an eine Differenzierschaltung 186 angelegt wird. Diese besitzt einen Kondensator 188 in Reihe mit einem Verstärker 190, der einen Rückkopplungswiderstand 192 aufweist. Ein Kondensator 194 speichert die Spitzenspannung, die an dem Ausgang der Differenzierschaltung 186 auftritt. Diese gespeicherte Spitzenspannung wird von einem Meßinstrument 196 angezeigt.

In dem Zeitpunkt, in dem das Meßinstrument 196 das differenzierte Stellungssignal und damit den Durchfluß anzeigt, wird Druckinformation in einer unabhängigen Schaltung gespeichert. Fig. 11 zeigt ein unabhängiges Druckmeß-Netzwerk 198, das Anzeigelampen 200 speist, wenn die ihnen jeweils zugeordneten Schwellendrucke erreicht sind. Am Ende eines Injektionsvorganges zeigt daher das Meßinstrument 196

den größten erzielten Durchfluß und zeigen die Anzeigelampen 200 den höchsten erreichten Druck an. Aufgrund dieser Durchfluß- und Druckinformation kann die Bedienungsperson feststellen, ob die Injektion richtig durchgeführt worden ist.

Fig. 12 zeigt in einem Blockschema eine Schaltung zum mit R-Zacken synchronisierten Schließen eines mit einer außen angeordneten Einrichtung verbundenen Schalters. Ein Patient 202 wird mit Hilfe eines Elektrokardiographen überwacht. Ein EKG-Funktionsverstärker 204 erzeugt Impulse, welche dem Auftreten von R-Zacken entsprechen. Die von dem Verstärker 204 erzeugten Impulse werden einer monostabilen Kippschaltung 206 zugeführt, die zwei in Reihe geschaltete Kippschaltungen aufweist. Sie ist ferner mit einem veränderbaren Widerstand 208 zum Einstellen der Verzögerungszeit und mit einem veränderbaren Widerstand 210 zum Einstellen der Impulsbreite versehen. Mit Hilfe des Widerstands 208 wird die Verzögerungszeit zwischen dem Beginn einer R-Zacke und dem Beginn eines Ausgangssignals der Kippschaltung eingestellt. Mit Hilfe des Widerstandes 210 wird die Breite der Ausgangsimpulse der Kippschaltung bestimmt. Der Ausgang der Kippschaltung wird an eine Spule 212 angelegt, die bewirkt, daß ein Schalter 214 geschlossen wird. Dieser Schalter dient zum Auslösen einer mit ihm verbundenen Einrichtung, beispielsweise eines Filmwechslers.

Die Schaltung zur Anzeige des R-R-Zeitintervalls ist in Fig. 13 dargestellt. Die von dem Verstärker 204 erzeugten R-Zacken-Anzeigeimpulse werden einem Gatter 216 zugeführt. Gleichzeitig gibt ein dauernd arbeitender Taktgeber 218 eine Folge von frequenzkonstanten Impulsen an den Eingang eines Zählers 220 ab. Die Anzahl der von dem Zähler 220 gezählten Taktimpulse

wird in eine Speichereinrichtung 222 eingegeben, die Information an eine Anzeigeeinrichtung 224 auf der Bedienungsplatte des Bedienungsteils 14 abgibt. Bei jedem von dem Verstärker 204 erzeugten R-Zacken-Anzeigeimpuls gibt das Gatter 216 ein Signal ab, das den Zähler 220 auf Null zurückstellt und der Speicherschaltung 222 einen Befehl zur Abgabe von Information an die Anzeigeeinrichtung 224 erteilt, von der vorzugsweise das R-R-Zeitintervall in Hundertstelsekunden direkt ablesbar ist. Gegebenenfalls kann man der Anzeigeeinrichtung 224 eine Pufferschaltung vorschalten, so daß der Mittelwert der Intervalle angezeigt werden kann.

Anhand der Fig. 14 wird die Schaltung zur Vorausdarstellung des Programms beschrieben. Zur Betätigung dieser Schaltung drückt die Bedienungsperson den Druckknopf 226, der mechanisch gekuppelt ist mit einem normalerweise offenen Startschalter 228 und einem normalerweise offenen Speiseschalter 230. Durch das Schließen des Schalters 228 wird die Horizontalablenkung des Oszillographen eingeschaltet. Gleichzeitig wird an den Integrator 236 ein Signal angelegt, das dem eingestellten Durchfluß proportional ist. Das integrierte Durchflußsignal wird von dem Integrator 236 über die Leitung 238 an den Oszillographen und wird ferner an den nichtumkehrenden Eingang des Komparators 240 angelegt, dessen Umkehreingang ein Signal von dem Volumeneinstellwiderstand 234 erhält. Wenn das integrierte Durchflußsignal größer ist als das Volumensignal, ist das Ausgangssignal des Komparators 240 positiv, so daß bei 242 ein Abschaltsignal erscheint. Dieses bewirkt, daß der Schalter 246 geöffnet und der Oszillograph ausgeschaltet wird. Die aufgrund des über die Leitung 238

angelegten Signals von dem Oszillographen erzeugte Kurve ist mit 248 bezeichnet.

Die in Fig. 15 dargestellte Schaltung dient zum Speichern der Injektionsparameter während der Injektion. Wenn die Bedienungsperson den Startknopf 250 drückt, wird durch ein über die Leitung 254 angelegtes Signal die Horizontalablenkung des Oszillographen 252 eingeschaltet. Eine Logikschaltung 256 des Injektors ist so eingerichtet, daß sie mit der zweiten R-Zacke zu arbeiten beginnt. Sie gibt Injektionsinformationen an den Oszillographen 252 ab und gibt dem Oszillographen einen Stopbefehl, wenn die Injektion vollständig durchgeführt ist.

Fig. 16 zeigt die in dem erfindungsgemäßen Injektor vorgesehene Schaltung zum automatischen Blockieren des Injektors. Wenn die Bedienungsperson zum Einleiten einer Injektion bereit ist, drückt sie den Startknopf 250. Wenn sie vorher alle Maßnahmen zur Vorbereitung der Injektorschaltung getroffen hat, ist der normalerweise geschlossene Schalter 258 auch tatsächlich geschlossen und wird die Startschaltung eingeschaltet. Wenn die Bedienungsperson jedoch eine zur Vorbereitung der Injektion notwendige Maßnahme unterlassen hat, wird über die Leitung 260 ein Blockierungssignal abgegeben, das den Schalter 258 öffnet. Die vereinfachte Darstellung in Fig. 16 dient nur zur Erläuterung. Es sei daran erinnert, daß ein Öffnen des Thermostaten 124 einen Fehler im Leistungskreis anzeigt. Wenn der Thermostat 124 dagegen geschlossen ist, leitet der Transistor 262, so daß über den Widerstand 265 ein Erdschluß vorhanden ist. Bei offenem Thermostaten 124 wird dagegen das an der Klemme 264 vorhandene Potential an die Lampe 128 und über die Diode 266 an die Leitung 260 angelegt. In diesem Fall wird der Schalter 258 geöffnet und dadurch der Injektorstromkreis

blockiert. Wenn dagegen die Bedienungsperson den Schalter 22 oben auf dem Kopfstück 12 betätigt, wird ein Stromkreis geschlossen und das an der Klemme 268 vorhandene Potential an die Leitung 260 angelegt, so daß die Schaltung ebenfalls blockiert wird. Wenn die Bedienungsperson nicht zur Anzeige eines gewünschten Druckes einen Druckschalter 200 drückt, leuchtet ebenfalls eine Lampe auf und wird ein Blockierungssignal abgegeben.

Anhand der Fig. 17 wird jetzt die erfindungsgemäß vorgesehene Motorsteuerschaltung beschrieben. Ein freischwinger Taktgeber 270 tastet das Flipflop 272 derart um, daß an \overline{Q}_1 und Q_1 abwechselnd der obere und der untere Pegel liegt. Nach dem Setzen eines zweiten Flipflops 274 wird an dessen Ausgang Q_2 dauernd der obere Pegel aufrechterhalten, weil kein Rücksetzsignal angelegt wird. Daher hat die Diode 276 keinen Einfluß auf den Eintritt der Taktimpulse über den Widerstand 282 in die Gatter 278 und 280. Mit den durch den Widerstand 284 gehenden Taktimpulsen wird der Kondensator 286 geladen, wobei Sägezahnimpulse erzeugt werden. Ein Plus-Potential wird über den Widerstand 288 an den Umkehreingang des Komparators 290 angelegt, so daß an dessen Ausgang der untere Pegel aufrechterhalten wird.

Die gewünschte Motordrehzahl wird an einem optischen Kopplungsglied 292 eingestellt, in dem eine Leuchtdiode 294 so angesteuert wird, daß ein Phototransistor 296 leitfähig wird. Dabei wird das Steuersignal von der Steuerschaltung ferngehalten. Wenn der Phototransistor leitfähig wird, sinkt der Schwellenwert an dem Umkehreingang des Komparators 290. Wenn die Sägezahnimpulse zu irgendeinem Zeitpunkt den an dem Kopplungsglied 292 eingestellten Schwellenwert überschreiten, geht der Ausgang des Komparators 290 auf den oberen Pegel. Eine Hysterese-funktion ist infolge der Widerstände 298 und 300 vorhanden. Dadurch wird gewährleistet, daß der Komparator 290 bei

einer Überschreitung seines Schwellenwertes schnell umgetastet wird.

Zur Veränderung der Ausgangsimpulsbreite des Komparators 290 kann man den Schwellenwert an seinem Umkehreingang verändern.

Wenn an dem Kopplungsglied 292 eine hohe Drehzahl eingestellt wird, hat der Komparator 290 einen niedrigen Schwellenwert, so daß sein Ausgang während des größten Teils des Sägezahnimpulses am oberen Pegel liegt. Wenn an dem Kopplungsglied 292 eine niedrige Drehzahl eingestellt wird, bleibt der Schwellenwert des Komparators 290 hoch und liegt sein Ausgang nur während eines kleinen Teils des Sägezahnimpulses am oberen Pegel. Die Impulsbreite des Komparatorausganges wird an die Gatter 278 und 280 angelegt und bestimmt die Breite der an die Transistoren 302 und 304 angelegten Steuerimpulse.

Wenn \bar{Q}_1 am oberen Pegel liegt, liegen während des Taktimpulses auch zwei von den drei Eingängen des Gatters 278 am oberen Pegel. Wenn der Ausgang des Komparators 280 auf den oberen Pegel geht, wird der Ausgang des Gatters 278 auf den unteren Pegel umgetastet, so daß der Transistor 302 gesperrt und der Transistor 306 leitfähig wird. Der Ausgang des Gatters 278 bleibt während der vom Ausgang des Komparators 290 bestimmten Zeit am unteren Pegel. Wenn der Komparatorausgang auf den unteren Pegel geht, geht der Ausgang des Gatters 278 wieder auf den oberen Pegel, so daß der Transistor 302 eingeschaltet wird und die Basis des Transistors 306 kurzschließt. Infolgedessen wird die Primärwicklung 308 des Transformators 310 stromlos.

Beim nächsten Taktimpuls geht Q1 auf den oberen und $\bar{Q}1$ auf den unteren Pegel. Jetzt wird der Ausgang des Gatters 280 durch die Breite des Ausgangsimpulses des Komparators gesteuert. Wenn der Ausgang des Komparators 290 auf den oberen Pegel umgetastet wird, geht der Ausgang des Gatters 280 auf den unteren Pegel, so daß der Transistor 304 gesperrt und der Transistor 312 leitfähig wird. Jetzt wird die Primärwicklung 308 an ihrem mit dem Transistor 312 verbundenen Ende gespeist. Der Ausgang des Gatters 280 bleibt während der durch den Ausgang des Komparators bestimmten Zeit am unteren Pegel. Wenn der Ausgang des Komparators 290 auf den unteren Pegel umgetastet wird, geht der Ausgang des Gatters 280 auf den oberen Pegel, so daß der Transistor 304 leitfähig und durch Kurzschließen der Basis des Transistors 312 die Primärwicklung 308 stromlos gemacht wird.

Die auf die Sekundärwicklung 314 übertragene Leistung ist proportional der Stärke des durch die Primärwicklung 308 fließenden Wechselstroms. Dieser bewirkt, daß an dem Widerstand 316 eine Spannung entwickelt wird, die dem Momentanwert der Stromstärke proportional ist. Wenn der durch den Widerstand fließende Strom so stark ist, daß der Transistor 318 leitfähig wird, setzt die Kollektorspannung des Transistors 318 das Flipflop 274 zurück, so daß sein Ausgang Q2 auf den unteren Pegel geht. Die durch den Widerstand 232 gehenden Taktimpulse werden durch die Diode 276 kurzgeschlossen, so daß an die Transistoren 302 und 304 kein Steuersignal angelegt wird, bis der nächste Taktimpuls das Flipflop 274 setzt und der Ausgang Q auf den oberen Pegel geht. Der Reihenwiderstand 316 ist so gewählt, daß der Transistor 318 leitfähig wird, wenn der durch die Primärwicklung 308 fließende Strom stärker ist

als der größte brauchbare Wert. Dadurch wird eine Sättigung des Transformators und eine mögliche Schädigung der Transistoren 306 und 312 verhindert.

Wenn einer der beiden Steuertransistoren im leitfähigen Zustand ausfällt, fließt in der Primärwicklung 308 des Transformators 310 ein Gleichstrom, so daß in der Sekundärwicklung 314 kein Strom zur Speisung des Motors 150 fließt. Infolgedessen kann der Motor 150 bei einem Ausfall seiner Steuerschaltung nicht überhitzt werden.

Anhand der Fig. 18 wird die erfindungsgemäße Durchflußsteuerschaltung für vier Funktionen beschrieben. Aufgrund des Startbefehls öffnet S1, so daß der Integrator 320 einen Sägezahnimpuls erzeugt. Ein Teil der Ansteig flanken und der obere Pegel werden durch die Einstellung des Widerstands 322 so bestimmt, daß der obere Pegel dem gewünschten ersten Durchflußwert proportional ist, und werden über den Widerstand 324 als Durchflußsteuersignal zur Steuerung der Hauptdurchflußsteuerschaltung abgegeben.

Wenn der Ausgang des Integrators 320 den an dem Begrenzer 326 eingestellten Höchstwert erreicht, bewirkt der Ausgang des Begrenzers über die Diode 328, daß der Integrator 320 den von dem Begrenzer 326 bestimmten Pegel nicht überschreitet. Gleichzeitig beginnt der Ablauf des Zeitgebers 330, dessen Laufzeit von dem Widerstand 332 abhängig ist. Nach dem Ablauf des Zeitgebers öffnet S2 und wird der Integrator 334 steuerungsfähig.

Wenn nach dem linearen Anstieg der Ausgang des Integrators 320 den oberen Grenzpegel erreicht, wird der Ausgang auf diesem oberen Grenzpegel gehalten. Aufgrund

dieses oberen Grenzpegels bestimmen die Widerstände 336 und 338 den endgültigen Durchflußwert bzw. den Anstieg des Durchflußwertes.

In einer Subtraktionsschaltung 340 werden die Einstellungen der Widerstände 322 und 336 miteinander verglichen, wobei der an dem Widerstand 322 eingestellte erste Durchflußwert von dem endgültigen Durchflußwert subtrahiert wird, der an dem Widerstand 336 eingestellt ist. Die Schaltung 340 kann einen positiven Ausgang haben oder einen negativen Ausgang, wenn der letzte Durchflußwert niedriger ist als der erste.

Der Steuerkreis 350 spricht nur auf negative Signale an. Bei einem negativen Ausgang der Subtraktionsschaltung 340 schließt S3. Die Bedeutung dieser Maßnahme wird nachstehend erläutert.

In einer Absolutwertschaltung 342 wird der Ausgang der Subtraktionsschaltung 340 derart verarbeitet, daß die Absolutwertschaltung 342 stets einen positiven Ausgang hat, dessen Betrag der Differenz zwischen dem ersten und dem endgültigen Durchflußwert entspricht. Dieser Absolutwert wird an einen Komparator 344 angelegt und dient als ein Bezugswert, der bestimmt, welche Ladung der Integrator 334 erhalten muß, damit man von einem Durchflußwert zum andern gelangt.

Der Integrator 334 bleibt im Ruhezustand, bis S2 durch den Zeitgeber 330 geöffnet wird. Wenn S2 öffnet, beginnt der Integrator mit einer Geschwindigkeit zu integrieren, die an dem Widerstand 338 eingestellt ist. Die an dem Widerstand 338 liegende Spannung muß in einem Inverter 346

umgekehrt werden, damit der Integrator 334 einen positiven Ausgang hat. Der Integrator 334 wird so lange geladen, bis sein Ausgang den Bezugspegel erreicht hat, den die Absolutwertschaltung 342 an den Komparator 344 anlegt. Wenn der Integrator 334 diesen gewünschten Betrag integriert hat, hält der Komparator 344 durch Kompensation des Eingangs den Ausgang des Integrators an dem beim Umtasten des Komparators 344 erreichten Pegel. Der Betrag der Ladung des Integrators wird durch die Schaltung 340 bestimmt, welche den ersten von dem endgültigen Durchflußwert subtrahiert.

Der Integrator 334 integriert stets in positiver Richtung. Dies ist kein Problem, wenn der endgültige Durchflußwert höher sein soll als der frühere Durchflußwert. Wenn jedoch der endgültige Durchflußwert niedriger sein soll als der erste Durchflußwert, muß der Durchfluß herabgesetzt werden.

Wenn eine positive Beschleunigung erforderlich ist, bleibt S3 offen, so daß eine Polaritätsbestimmungsschaltung 348 den Verstärkungsfaktor +1 hat. Jetzt wird das Signal für den Anstieg des Durchflußwertes direkt weitergegeben. Wenn dagegen der Steuerkreis 350 eine negative Differenz feststellt, wird S3 geschlossen, so daß die Schaltung 348 den Verstärkungsfaktor -1 hat und das Anstiegssignal (Sägezahnimpuls) umkehrt.

Die Signale an der Verbindungsstelle der Widerstände 324 und 352 werden zueinander addiert. Ein negativer Ausgang der Schaltung 348 wird von dem Pegel an dem Widerstand 322 subtrahiert, so daß die Spannung an der Verbindungsstelle auf einen niedrigeren als den ursprünglichen Wert geht. Wenn der Ausgang der Schaltung 348 auf einen positiven Wert geht, steigt die Gesamtspannung natürlich von dem ursprünglichen auf den endgültigen Wert.

Die Spannung an der Verbindungsstelle der Widerstände 324 und 352 ist das Durchflußsteuersignal, das über die Hauptdurchflußsteuerschaltung den Motor entsprechend der Form des erzeugten Impulses steuert.

Mit dieser Schaltung kann man eine unbegrenzte Anzahl von Durchflußverläufen erzielen. Man kann den Durchfluß erst vergrößern und dann auf Null herabsetzen, konstanthalten, erneut vergrößern oder vielleicht auch herabsetzen. Auch die Geschwindigkeit der Durchflußveränderung kann in einem weiten Bereich verändert werden. Man kann diese Schaltung daher für die verschiedenartigsten, speziellen Injektionsvorgänge anwenden.

Anhand der Fig. 19 wird nun die von der EKG-Funktion gesteuerte Folgeschalteinrichtung beschrieben. Diese Schalteinrichtung ermöglicht die Durchführung von Injektionen jeweils nach einer R-Zacke, wobei der Durchfluß bei jeder Injektion einstellbar ist. In Fig. 19 sind ein Patient 202 und ein EKG-Funktionsverstärker 204 gezeigt. Dieser erzeugt Impulse, die zeitlich den von dem Patienten 202 erzeugten R-Zacken entsprechen. Der Ausgang des EKG-Funktionsverstärkers 204 wird an eine Zählschaltung 356 angelegt, die mehrere Ausgänge hat, denen je ein veränderbarer Widerstand 358 zugeordnet ist. Die von dem Zähler 356 entfernten Enden der Widerstände 358 sind miteinander und mit einem Integrator 360 verbunden. Der bei 364 abgenommene Ausgang des Integrators 360 ist ein Durchflußsteuersignal.

Im Betrieb werden mit Hilfe von Bedienungselementen auf der Vorderseite der Bedienungstafel des Bedienungsteils die Widerstände 358 entsprechend dem gewünschten Injektionsprofil eingestellt. Nach dem Einstellen der Widerstände wird

BAD ORIGINAL

609825/0618

die in Fig. 19 gezeigte Schaltung eingeschaltet und der Zähler 356 auf Null gestellt. Wenn der EKG-Funktionsverstärker 204 den ersten R-Zacken-Anzeigeimpuls erzeugt, bewirkt der Zähler 356 die Entwicklung eines Signals an dem Widerstand 358 in der Leitung 1. Dieses an dem Widerstand 358 in der Leitung 1 entwickelte Signal erscheint an dem Ausgang 364. Entsprechend diesem ersten Durchflußsteuersignal wird eine erste Injektion eingeleitet. Bei der Abgabe der zweiten Zacke durch den EKG-Funktionsverstärker 204 speist der Zähler 356 den Widerstand 358 in der Leitung 2, so daß am Ausgang 364 ein zweites Durchflußsteuersignal erzeugt wird. Mit Hilfe der Widerstände 358 kann man im wesentlichen jeden gewünschten Durchflußverlauf erzielen, wobei jede Injektion durch das Auftreten einer R-Zacke ausgelöst wird.

Fig. 20 zeigt eine erste Schaltung zur Anzeige des Vorhandenseins von Luft in einer Spritze vor dem Beginn einer Injektion. Zu diesem Zweck erfaßt diese Schaltung über den Widerstand 366 die Stromaufnahme des Motors 150. Beim Drücken des Startknopfes zum Einleiten einer Injektion wird auch der Schalter 368 geschlossen. Infolgedessen wird eine an der Verbindungsstelle 370 auftretende, voreingestellte Bezugsspannung an den nicht umkehrenden Eingang des Komparators 372 angelegt. An den Umkehreingang des Komparators 372 wird ein Signal angelegt, das der Stärke des durch den Motor 150 und den Widerstand 366 fließenden Stroms proportional ist. Solange das der Spannung an der Verbindungsstelle 370 entsprechende Signal kleiner ist als das der Stärke des durch den Motor 150 fließenden Stroms proportionale Signal, sperrt eine Diode 374 den Ausgang des Komparators 372. Wenn dagegen das Stromstärkesignal unter das Bezugspotential sinkt, wird der Ausgang des Komparators 372 umgetastet, so daß an dem Ausgang 376 ein Blockierungssignal auftritt. Gleichzeitig leuchtet die Lampe 378 auf. Bei mit

Kontrastmittel gefüllter Spritze hat der Motor 150 eine hohe Stromaufnahme. Wenn die Spritze dagegen teilweise mit Luft gefüllt ist, kann diese Luft unter der Wirkung des von dem Motor 150 erzeugten Druckes leicht zusammengedrückt werden, so daß die Stromaufnahme kleiner wird. Diese herabgesetzte Stromaufnahme wird von der in Fig. 20 gezeigten Schaltung angezeigt.

Fig. 21 zeigt eine andere Anordnung zur Anzeige des Vorhandenseins von Luft in der Spritze. Einer Spritzenpatrone 380 ist eine Fühlerschelle 382 zugeordnet. In dieser sind Fühlerelemente 384 und 386 angeordnet, an die je ein elektrischer Leiter 388 und 390 angeschlossen ist. Die Spritze 380 enthält Kontrastmittel 392 und Luft 394. In der in Fig. 21 gezeigten Ausführungsform können die Fühlerelemente 384 und 386 Platten eines Kondensators bilden, dessen Kapazität von dem zwischen ihnen befindlichen Kontrastmittel beeinflusst wird. Bei voller Spritze hat der Kondensator eine andere Kapazität als beim Vorhandensein von Luft. Man kann auch als Element 384 eine Leuchtdiode verwenden und als Element 386 einen Phototransistor. In diesem Fall sind die Lichtübertragungseigenschaften davon abhängig, ob die Spritze mit dem Kontrastmittel 392 gefüllt oder Luft 394 vorhanden ist. Wenn mit Hilfe der Elemente 384 und 386 das Vorhandensein von Luft festgestellt wird, kann ähnlich wie in der in Fig. 20 dargestellten Weise ein Blockierungssignal erzeugt und eine Lampe zum Aufleuchten gebracht werden.

In den Figuren 22 und 23 ist eine Spritze dargestellt, die einen Mantel 396 und einen Kolben 398 besitzt. Am vorderen Ende des Mantels 396 ist eine Spitze 400 vorgesehen, die das vordere Ende des Druckmantels

des Revolverkopfes durchsetzt. Diese Spitze 400 besitzt ein Gewinde 402 zum Ansetzen eines geeigneten Katheters. Am hinteren Teil des Mantels 396 der Spritze befindet sich ein Anschlagflansch 404, der dem hinteren Teil des Druckmantels des Revolverkopfes zugeordnet wird. Der Kolben 398 besitzt einen Körper 406 aus Kunststoff mit einem Gummimantel 408. Dieser bildet zwei Dichtungsringe, die in Fig. 22 mit 410 und 412 bezeichnet sind.

Beim Sterilisieren der Spritze befindet sich der Kolben 398 zweckmäßig in dem Mantel 396. Dabei war es bisher ein Problem, daß das zum Sterilisieren verwendete Gas nicht in den Zwischenraum 414 zwischen den Dichtungsringen 410 und 412 eintreten konnte, so daß dort vorhandene Verunreinigungen zu Schwierigkeiten führten. In der erfindungsgemäßen Spritze kann das zum Sterilisieren verwendete Gas in den Zwischenraum 414 zwischen den Dichtungen 410 und 412 eintreten. Zu diesem Zweck ist der hintere Teil des Mantels 396 innen mit Rippen 416 und 418 ausgebildet. Wenn daher die hintere Dichtung 410 an den Rippen 416 und 418 angreift, kann das zum Sterilisieren verwendete Gas in den Zwischenraum 414 einsickern, so daß die bisher bei Verunreinigungen aufgetretenen Schwierigkeiten vermieden werden. Die erfindungsgemäße Spritze ist ferner in ihrem hinteren Teil mit einer Schrägfläche 420 ausgebildet, so daß der Gummimantel 408 bei seinem Einführen in den Mantel 396 nicht beschädigt wird.

Anhand der Fig. 4 wurde angegeben, daß bestimmte Abmessungen des Rastgliedes 64 kritisch sind. Diese anhand der Fig. 4 angegebenen Abmessungen sind entsprechenden Abmessungen eines Knopfes 422 angepaßt, der auf der hinteren

Fläche des Kolbens 398 vorgesehen ist. Wie am besten aus der Fig. 22 hervorgeht, ist der Knopf durch einen Schaft 424 mit der hinteren Fläche des Kolbenkörpers 406 verbunden.

Nachstehend wird anhand der Figuren 4 und 22 das Zusammenwirken des Kolbens 398 der Spritze mit dem Stößel 70 des Injektors beschrieben. Wenn sich der Kolben 398 in der in Fig. 22 gezeigten Stellung befindet, sind die Rastglieder 62 und 64 nicht mit dem Kolben 398 verbunden. Wenn die Spritze 396 in dem Druckmantel angeordnet ist und der Revolverkopf 28 in die Gebrauchsstellung gedreht wird, muß der Stößel 70 des Injektors vorwärtsbewegt werden, damit er den Kolben 398 erfaßt. Dabei werden die Schrägfläche 74 auf der Vorderseite des Rastgliedes 64 und die entsprechende Fläche des Rastgliedes 62 über den Knopf 422 gedrückt, wenn sich der Stößel 70 vorwärtsbewegt. Wenn der Knopf 422 mit der Öffnung 84 in dem Rastglied 64 und der entsprechenden Öffnung in dem Rastglied 62 fluchtet, rasten die Rastglieder über den Knopf 422 ein. Jetzt greifen die StöBelemente 66 und 68 an der hinteren Fläche 426 des Kolbenkörpers 406 an. Aus der Fig. 4 geht hervor, daß bei an der Fläche 426 angreifenden StöBelementen 66 und 68 der Knopf 422 die Rastglieder 62 und 64 nicht berührt, weil diese dem Injektionsdruck nicht gewachsen wären. Nach Beendigung der Injektion ziehen die Rastglieder 62 und 64 den Kolben 398 mittels des Knopfes 422 zurück.

Wenn sich der Kolben 398 ganz am hinteren Ende des Mantels 396 befindet und der Knopf 422 aus dem Mantel vorsteht, werden die Schrägflächen 76 und 78 der Rastglieder 62 und 64 wirksam und können beim Drehen des Revolverkopfes die Rastglieder durch den Knopf 422 auseinandergedrückt werden. Im übrigen ist die Wirkungsweise während der

Injektion und beim Rückzug dieselbe.

Damit die Rastglieder 62 und 64, der Knopf 422 und der Schaft 424 möglichst wenig beansprucht werden, müssen die Abmessungen des Knopfes und des Schaftes und die in Fig. 4 dargestellten Abstände sorgfältig bestimmt werden. Es hat sich gezeigt, daß ausgezeichnete Ergebnisse erhalten werden, wenn der Schaft eine Länge "a" von 4,70 - 6,48 mm und der Knopf eine Länge "b" von 2,29 mm besitzt. Das heißt, daß die Gesamtlänge "c" des Knopfes und Schaftes zweckmäßig 4,70 - 8,90 mm beträgt. Die Länge "a" des Schaftes kann zweckmäßig 5,6 mm betragen.

Aus der Fig. 22 geht hervor, daß der Körper 406 des Kolbens 398 zwei zylindrische Teile besitzt, von denen der hintere mit 428 bezeichnet ist. Es hat sich ferner gezeigt, daß besonders bei Spritzen mit einem kleinen Volumen von beispielsweise 65 ml die Dicke "d" dieses Teils 428 wichtig ist. Damit der Teil 428 nicht während einer Injektion abspringt, soll die Dicke "d" des Teils 428 mindestens 5,1 mm betragen.

Anhand der Figuren 24 und 25 wird die Schaltung beschrieben, die zur Kompensation der während der Injektion auftretenden Veränderungen der Kapazität der Spritze dient. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß das Aufweiten der Spritze und des Druckmantels, das Zusammendrücken des Mantels des Kolbens und das Strecken der aus der Spritze und dem Druckmantel bestehenden Anordnung und der Halterung dazu führen können, daß zwischen dem von der Steuerschaltung des Injektors abgegebenen Startbefehl

und dem Erreichen des vollen Durchflusses und des vollen Druckes in dem Katheter beträchtliche Zeit verstreicht. Infolge der Veränderungen der Kapazität nimmt der Durchfluß durch den Katheter nur allmählich zu, wobei Kontrastmittel vergeudet wird. Dieser allmähliche Anstieg des Durchflusses ist ferner unerwünscht, wenn Injektionen in mehreren, mit der EKG-Funktion synchronisierten Intervallen durchgeführt werden sollen, weil in diesen Fällen der Durchfluß schnell ansteigen soll, um einen scharfen Kontrast zu ermöglichen.

Die Wirkungen der Veränderungen der Kapazität einer Spritze gehen aus dem in Fig. 24 gezeigten Kurvenbild hervor. Dort ist auf der Ordinate die Gesamtveränderung der Volumenkapazität aufgetragen, die auftritt, bis an der Spitze der Spritze der volle Druck erreicht ist. Man erkennt, daß die Kapazitätsveränderung von der Menge des in der Spritze enthaltenen Kontrastmittels (Stellung des Kolbens relativ zu der Länge der Spritze) und dem Injektionsdruck abhängig ist. Im allgemeinen ist die Kapazitätsveränderung sowohl dem Abstand zwischen dem Kolben und der Spitze der Spritze als auch dem Druck proportional.

Das in Fig. 25 gezeigte Kompensationsnetzwerk bewirkt eine vom Druck und von der Kolbenstellung abhängige Kompensation von Kapazitätsveränderungen.

Gemäß Fig. 25 ist das an das Kompensationsnetzwerk angelegte Drucksignal dem von dem Antriebsmotor 150 erzeugten Drehmoment proportional. Das Stellungssignal kann von dem Potentiometer 174 abgenommen werden, das dem Stößel 70 zugeordnet ist. Der Stellungsbefehl wird von dem Durchflußsteuersignal abgeleitet und an den Kapazitätsveränderungscomputer 430

abgegeben. Dessen Ausgang wird dann an den Eingang für das Durchflußsteuersignal angelegt und zu diesem addiert oder von ihm subtrahiert.

Der Druck wird aus zwei Gründen überwacht. Bei einem raschen Druckanstieg, besonders beim Start, kann man annehmen, daß das System sich infolge einer Kapazitätsänderung ausdehnt. Ferner muß der Ist-Druck bekannt sein und mit den in Fig. 24 gezeigten Kennlinien verglichen werden. In Abhängigkeit von der Kolbenstellung wird der Kompensationsbereich bzw. jene der in Fig. 24 gezeigten Kennlinien bestimmt, nach welcher der Stellungsbefehl verändert wird.

Der Kapazitätsveränderungscomputer 430 erzeugt aufgrund des Druck- und des Stellungssignals ein den kompensierten Stellungsbefehl darstellendes Signal, das an die Hauptdurchflußsteuerschaltung angegeben wird. Wenn der Druck ansteigt, wird der Stellungsbefehl im Sinne eines größeren Volumens verändert, so daß an den Motor eine höhere Leistung abgegeben wird. Die Ausdehnungskennlinien sind in den Kapazitätsveränderungscomputer vorprogrammiert worden, so daß die Kapazitätsveränderung vom Ist-Druck und der Stellung abhängig ist. Die Kapazitätsveränderung ist von der Kolbenstellung in der Weise abhängig, daß die Kapazität stärker verändert wird, wenn sich der Kolben näher beim hinteren Ende der Spritze befindet.

Mit einer derartigen Kompensationsschaltung kann man einen schnellen Anstieg des Durchflusses während einer Injektion erzielen, indem man an den Motor zu Beginn der

Injektion eine höhere Leistung abgibt. Ferner kann man in diesem Fall verhindern, daß nach der Druckentlastung infolge der Kapazitätsveränderung weiter Kontrastmittel abgegeben wird. Bei einer Kapazitätskompensation wird der Durchfluß durch den Katheter mehr einem Rechteckimpuls angenähert. Die minimale Anstiegszeit des Durchflusses führt bei Untersuchungen des Herzens zu einem ausgezeichneten Kontrast bei minimalem Volumen pro Injektionsintervall. Es wird kein Kontrastmittel verschwendet, und die Opazität ist nur von dem Durchfluß, dem verwendeten Kontrastmittel und dem Katheter abhängig.

Anhand der Fig. 26 wird jetzt die Druckanzeigeschaltung beschrieben. Wie aus der Fig. 25 hervorgeht, dient ein Drehmomentsignal als Drucksignal. Dieses Drehmomentsignal wird von der in Fig. 26 gezeigten Schaltung erzeugt. Der laufende Motor 150 hat eine bestimmte Stromaufnahme, so daß an einem Widerstand 432 eine bestimmte Spannung entwickelt wird. Die Stromaufnahme des Motors 150 ist dem von diesem Motor entwickelten Drehmoment proportional. Das an dem Widerstand 432 entwickelte Signal wird an einen Verstärker 434 abgegeben, der an die Leitung 436 ein verstärktes Ausgangssignal abgibt, das daher ebenfalls dem Drehmoment des Motors 150 proportional ist.

Anhand des in Fig. 27 gezeigten Blockschemas wird die Schaltungsanordnung des erfindungsgemäßen Injektors für angiographische Untersuchungen beschrieben. Die Bedienungselemente des Bedienteils 14 sind in Fig. 27 am linken Rand angegeben. Die Blöcke stellen Funktionsgruppen der Schaltungsanordnung dar. Auf der

rechten Seite ist das Kopfstück 12 des Injektors mit seinen Bestandteilen und Bedienungselementen dargestellt.

Wenn die Bedienungsperson den Handschalter 440 drückt, kann der Zeitgeber 438 die Signale zum Einleiten der Injektion abgeben. Durch einen geeigneten Bedienungsvorgang kann ein Filmwechsler mit dem Beginn einer Injektion synchronisiert werden.

Nach dem Beginn einer Injektion erfaßt die Volumensteuerschaltung 442 die Stellung des Stößels 70, damit bestimmt werden kann, welches Kontrastmittelvolumen abgegeben worden ist. Wenn durch Betätigung des Kolbens das eingestellte Volumen abgegeben ist, gibt die Volumensteuerschaltung 442 an den Zeitgeber 438 ein Signal zur Beendigung der Injektion ab.

Die Sicherheitsschaltung 444 gewährleistet, daß die Bedienungsperson den Injektor erst in die Bereitschaftsstellung bringen kann, wenn eine Anzahl von Voraussetzungen erfüllt sind. Bei betriebsbereitem Injektor erhält der Zeitgeber 438 ein Signal, damit die Injektion beginnen kann. Die Sicherheitsschaltung 444 ermöglicht ferner, daß das Sicherheitsrelais seinen Kontakt in dem Leistungsverstärker 446 schließt, so daß der Motor für den Vorwärtslauf gespeist werden kann.

Aufgrund der Einstellung der Durchflußmenge durch die Bedienungsperson erzeugt der Durchflußsteuersignalgeber 448 ein Durchflußsteuersignal in Form eines Spannungsimpulses, welcher dem gewünschten Durchflußwert und der linearen Anstiegszeit entspricht.

In der Hauptdurchflußsteuerschaltung 450 werden das Durchflußsteuersignal und verschiedene andere Eingänge zum Erzeugen eines Durchflußfehlersignals für die Steuerung des Motors 150 ausgewertet. Die Hauptdurchflußsteuerschaltung 450 kann auch auf ein von der Füllsteuerschaltung 452 abgegebenes Füllsteuersignal ansprechen, damit der Stößel 70 beim Füllen der Spritze mit einer gesteuerten Geschwindigkeit bewegt wird.

In der Druckanzeigeschaltung 454 wird die Stromaufnahme des Motors als Drucksignal ausgewertet. Dieser Druck wird von den Drucküberwachungslampen 456 angezeigt. Die Druckanzeigeschaltung ermöglicht ferner die Begrenzung des Druckes auf einen mit den Druckknöpfen 456 eingestellten Wert. Wenn der Ist-Druck den eingestellten Grenzwert zu überschreiten trachtet, gibt die Druckanzeigeschaltung 454 an die Hauptdurchflußsteuerschaltung 450 ein Signal ab, das eine Herabsetzung der Leistung bewirkt.

Die Überwachungsschaltung 458 überwacht zwei Bedingungen. Erstens überwacht sie ständig das Vorhandensein der über das Potentiometer 174 gehenden Verbindungen zwischen dem Kopfstück 12 und dem Bedienungsteil 14 des Injektors. Da das Signal des Potentiometers zur Bestimmung des Ist-Durchflusses und der Stellung erforderlich ist, müssen diese Verbindungen unbedingt aufrechterhalten werden. Wenn das Signal vorgewählte Grenzwerte überschreitet, erhält die Sicherheitsschaltung 444 ein Signal, welches eine Injektion verhindert, bis die Verbindungen wiederhergestellt sind. Wenn der Ist-Durchfluß den eingestellten Durchfluß um einen beträchtlichen Betrag übersteigt, gibt die Überwachungsschaltung 458 an die Sicherheitsschaltung 444 ein Signal zum Beenden der Injektion ab.

Bei gedrückten Füllknöpfen bewirkt die Füllsteuerschaltung die für einen gesteuerten Füllvorgang erforderlichen Maßnahmen.

Der Leistungsverstärker 446 steuert die Leistungsabgabe an den Motor 150 derart, daß dieser den Stößel 70 zur Erzielung des gewünschten Durchflusses antreibt.

In dem Kopfstück 12 ist nur eine begrenzte Anzahl von Bedienungselementen untergebracht, und zwar der Füllsteuernopf 22 zum Umsteuern beim Füllvorgang und die Zustandsanzeigelampe 130. Ferner sind in dem Kopfstück 12 Schalter 462 vorgesehen, die eine Injektion nur gestatten, wenn sich der für die Aufnahme von zwei Spritzen geeignete Revolverkopf 23 mit seinen Anschlägen in der Injektionsbereitschaftsstellung befindet. Der Motor 150 und das Potentiometer 174 sind mechanisch miteinander und mit dem Stößel 70 verbunden. Wenn der Motor 150 den Stößel 70 antreibt, wird das Potentiometer 174 nachgesteuert, so daß die Bewegungsgeschwindigkeit und die Stellung erfaßt werden können. Die in sich geschlossene Heizeinrichtung 126 hält das Kontrastmittel in der Spritze auf der gewünschten Temperatur. Eine Doppelthermostatschaltung verhindert eine Überhitzung der Heizeinrichtung 126 und gibt beim Ausfall des Primärthermostaten eine optische Anzeige.

Mit Hilfe des Bedienungsteils 14 werden die Injektionsparameter hinsichtlich ihrer Werte und ihres Verlaufs gesteuert. Das Kopfstück 12 des Injektors trachtet, entsprechend den eingestellten Werten zu arbeiten, und gibt an den Bedienungsteil 14 Informationen ab, um bei Abweichungen eine Kompensation zu ermöglichen.

Anhand der Figuren 28a und 28b wird nachstehend ein Mechanismus 500 zum Begrenzen des Hubes des Stößels 70 beschrieben. Der Mechanismus wird mittels des auch in den Figuren 1 und 6 gezeigten Hebels 516 eingestellt. Im Innern des Gehäuses des Kopfstückes 12 befindet sich eine mit dem Hebel 516 einstückige Nabe 502. An der Oberfläche der Nabe 502 ist mit Hilfe einer Schraube, deren Kopf mit 506 bezeichnet ist, ein Band 504 befestigt, das beispielsweise aus Metall besteht.

Das von der Nabe 502 entfernte Ende des Bandes 504 ist mit einer Aufwickelspule 508 verbunden, die auf einer Welle 510 drehbar gelagert ist. Zwischen der Nabe 502 und der Spule 508 ist an dem Band 504 mittels einer Schraube 514 ein massiver Anschlagblock 512 befestigt, der beispielsweise aus Metall besteht.

Wie am besten aus der Fig. 28a hervorgeht, ist die Nabe 502 einstückig mit einem frei drehbaren Schaltkupplungsglied 518 ausgebildet, das an seinem Umfang mit Zähnen 520 versehen ist. Ein begrenzt drehbares Schaltkupplungsglied 522 ist mit dem frei drehbaren Schaltkupplungsglied 518 koaxial und ist an seinem Umfang mit Zähnen 524 versehen, die mit entsprechenden Zähnen 520 des Schaltkupplungsgliedes 518 kämmen können. Das begrenzt drehbare Schaltkupplungsglied 522 ist in der durch den Pfeil 522 angedeuteten Richtung axialbewegbar gelagert und kann um einen kleinen Winkel gedreht werden. Durch die Bewegung in der Richtung des Pfeils 526 kann das Schaltkupplungsglied 522 in das Schaltkupplungsglied 518 eingerückt werden. Durch eine Bewegung in der entgegengesetzten Axialrichtung werden die Schaltkupplungsglieder 522 und 518 auseinandergerückt. Auf der Oberfläche des begrenzt drehbaren Schaltkupplungsgliedes 522 ist ein Stift 528 montiert, der über einen Betätigungsarm 532 einen Mikroschalter 530 betätigen.

kann. Durch die Drehung des in den Figuren 1 und 6 dargestellten und in Fig. 28a nicht gezeigten Knopfes 26 kann das begrenzt drehbare Schaltkupplungsglied 522 in der durch den Pfeil 526 angedeuteten Richtung axial derart bewegt werden, daß die Schaltkupplungsglieder 522 und 518 ineinandergreifen oder voneinander abgerückt werden.

Ein starrer Nachführblock 534 ist so gelagert, daß er in den durch den Pfeil 536 angedeuteten Richtungen geradlinig bewegbar ist. Der Block 534 wird von einer Stange 538 geführt, die eine Bohrung 540 im unteren Teil des Blockes durchsetzt. Von dem Block 534 erstrecken sich zwei Führungsarme 542 und 544, die an dem Band 504 so angreifen, daß es zwischen den Armen 542 und 544 festgehalten wird. Wie am besten aus der Fig. 28a hervorgeht, fluchtet der Arm 542 mit dem Block 512, so daß der Nachführblock 534 zu dem Anschlagblock 512 hin nur bewegt werden kann, bis der Arm 542 an einer Anschlagfläche 546 des Blockes 512 angreift.

Nachstehend wird die Wirkungsweise des Begrenzungsmechanismus 500 beschrieben. Wenn die Bedienungsperson eine Injektion beginnen will, bewirkt sie durch Drehen des Knopfes 26, daß die Schaltkupplungsglieder 518 und 522 auseinandergerückt werden. Danach wird durch Betätigung des Hebels 516 der Anschlagblock 512 in die gewünschte Stellung bewegt, die mit Hilfe der in den Figuren 1 und 6 gezeigten Skala 20 bestimmt werden kann. Der Hebel 516 wird bewegt, bis an der Skala 20 das gewünschte Injektionsvolumen abgelesen werden kann. Dann werden durch Drehen des Knopfes die Schaltkupplungsglieder 518 und 522 eingerückt. Die Injektion wird eingeleitet, so daß der Stößel 70 (Fig. 4) Kontrastmittel aus der zugeordneten Spritze herausdrückt. Gemäß Fig. 28b bewegt sich der Nachführblock 534 mit dem Stößel 70 mit. Wenn die Injektion vollständig durch-

geführt ist, greift der Nachführblock 534 mit dem Arm 542 an dem Anschlagblock 512 an. Dieser Angriff bewirkt, daß das begrenzt drehbare Schaltzupplungsmitglied 522 die angegebene, kleine Winkelbewegung ausführt, so daß der Stift 523 an dem Betätigungsarm 532 des Mikroschalters 530 angreift und diesen betätigt. Durch die Betätigung des Mikroschalters 530 wird der Antriebsmotor für den Stößel 70 ausgeschaltet, so daß die Injektion abgebrochen wird. Daher wird durch die Funktion des Begrenzungsmechanismus 500 die Beendigung der Injektion im richtigen Zeitpunkt selbst dann gewährleistet, wenn die elektrische Ausschalteinrichtung versagt.

Vorstehend wurden Ausführungsbeispiele eines Injektors und einer Spritze für angiographische Untersuchungen beschrieben, doch ist die Erfindung auf diese Ausführungsbeispiele nicht eingeschränkt.

609825/0618

BEST AVAILABLE COPY

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in das Gefäßsystem eines Menschen oder Tieres, gekennzeichnet durch einen Bedienungsteil und ein Kopfstück, das zum Tragen einer das Kontrastmittel enthaltenden Patrone dient und mit einem Motor zum Ausbringen des Kontrastmittels aus der Patrone und mit einem Revolverkopf versehen ist, der mindestens zwei Spritzenpatronen und eine davon in Injektionsbereitschaft halten kann.

2. Heizeinrichtung für einen Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in das Gefäßsystem eines Menschen oder Tieres, gekennzeichnet durch ein Heizelement, durch einen ersten und einen zweiten Thermostaten, die mit dem Heizelement in Reihe geschaltet sind, durch eine Einrichtung zum Anschluß einer Quelle elektrischer Energie an die aus dem Heizelement und dem ersten und zweiten Thermostaten bestehende Reihenschaltung und durch eine Einrichtung zum Anzeigen eines Ausfalls mindestens eines der Thermostaten.

3. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in das Gefäßsystem eines Tieres, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Steuern der Injektion des Kontrastmittels in das Gefäßsystem, durch eine Einrichtung zum Programmieren der Injektion des Kontrastmittels in das Gefäßsystem und durch eine Anzeigeeinrichtung zur Anzeige des Betriebszustandes des Injektors, wobei die Anzeigeeinrichtung Mittel besitzt, die unwirksam sind, wenn der Injektor nicht zur Injektion von Kontrastmittel bereit ist, ferner Mittel, die intermittierend betätigt werden, wenn der Injektor injektionsbereit ist, und Mittel, die dauernd wirksam sind, wenn der Injektor das Kontrastmittel injiziert.

.53.

4. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in das Gefäßsystem eines Menschen oder Tieres, gekennzeichnet durch ein Gehäuse zur Aufnahme einer Spritze, durch eine mit dem Kolben der Spritze verbindbare Einrichtung und durch eine Steuereinrichtung zum Steuern der Bewegung des Kolbens, wobei die Steuereinrichtung einen einzigen Schalter umfaßt und eine Schaltung, die eine Bewegung des Kolbens mit verschiedenen Geschwindigkeiten ermöglicht.

5. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in einen Menschen oder ein Tier, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Einstellen der zu injizierenden Menge des Kontrastmittels, durch eine Einrichtung zum Messen der Menge des in einer Spritze enthaltenen Kontrastmittels und durch eine Einrichtung, die eine Anzeige gibt, wenn die Spritze weniger Kontrastmittel enthält als erforderlich ist.

6. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in einen Menschen oder ein Tier, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Steuern der Abgabe des Kontrastmittels in den Menschen oder das Tier mit einem voreingestellten Durchflußwert und unter einem voreingestellten Druck, durch eine Einrichtung zum Speichern des höchsten während der Injektion erzielten Durchflußwertes und durch eine Einrichtung zum Speichern des höchsten während der Injektion erreichten Druckes.

7. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in das Gefäßsystem eines Menschen oder eines Tieres, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Erzeugen von den R-Zacken des Menschen oder des Tiers entsprechenden Signalen und durch eine Einrichtung zum mit den genannten Signalen synchronen Schließen eines Stromkreises, der zur Verbindung mit einer Fernbedienungseinrichtung geeignet ist.

54.

3. Injektor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromkreis jeweils in einem vorherbestimmten Zeitabstand nach dem Auftreten jeder R-Zacke und für einen vorherbestimmten Zeitraum geschlossen wird.

9. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in einen Menschen oder ein Tier, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Programmieren der Injektion des Kontrastmittels entsprechend einem gewünschten Verlauf des Durchflußwerts, durch eine Einrichtung zum Erfassen der R-Zacken des Menschen oder Tieres, durch eine Einrichtung zum Erzeugen von den Zeitabständen zwischen aufeinanderfolgenden R-Zacken entsprechenden Signalen und durch eine Einrichtung zur Anzeige des erfaßten Zeitabstandes zwischen aufeinanderfolgenden R-Zacken.

10. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in einen Menschen oder ein Tier, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Ausbringen des Kontrastmittels aus einer dieses enthaltenden Spritze, durch eine Einrichtung zum Einstellen des für die Injektion des Kontrastmittels in den Menschen oder das Tier gewünschten Durchflußwertes und durch eine Einrichtung zum Vorausdarstellen der eingestellten Durchfluß- und Volumenwerte vor dem Einleiten der Injektion.

11. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in einen Menschen oder ein Tier, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Programmieren eines für die Injektion des Kontrastmittels gewünschten Durchflußwertes, durch eine Einrichtung zum Programmieren eines in den Menschen oder das Tier zu injizierenden Kontrastmittelvolumens und durch eine Einrichtung zum Verhindern einer Injektion, wenn die Bedienungsperson den Durchflußwert und das Volumen nicht richtig programmiert hat.

.55.

12. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in einen Menschen oder ein Tier in Abhängigkeit von den von einem Motor erzeugten Kräften, gekennzeichnet durch eine Schaltung, die zur Steuerung des Motors dient und eine Einrichtung zum Erzeugen von Impulsen aufweist, deren Impulsbreite der gewünschten Motordrehzahl proportional ist, ferner eine Transformator-Primärwicklung zum Empfang von den Breiten der genannten Impulse proportionalen Signalen, eine mit dem Motor verbundene Transformator-Sekundärwicklung und eine Einrichtung zum Unterbrechen der Abgabe von Impulsen an die Primärwicklung im Falle einer Fehlfunktion der Schaltung.

13. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in das Gefäßsystem eines Menschen oder Tieres, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur Aufnahme einer mit dem Kontrastmittel gefüllten Spritze, durch eine Einrichtung zum Regulieren der Injektion des Kontrastmittels in den Menschen oder das Tier und durch eine Steuereinrichtung zum Steuern des Durchflußwertes während der ganzen Injektion, wobei diese Steuereinrichtung eine Einrichtung zum linearen Erhöhen des Durchflußwertes von Null auf einen eingestellten Wert während eines vorherbestimmten Zeitraums aufweist, ferner eine Einrichtung zum Aufrechterhalten des erreichten Durchflußwertes während eines vorherbestimmten Zeitraums oder bis zur Abgabe eines vorherbestimmten Volumens, eine Einrichtung zum Erhöhen oder Herabsetzen des Durchflußwertes auf einen neuen Wert während eines vorherbestimmten Zeitraums und eine Einrichtung zum Aufrechterhalten des zweiten Durchflußwertes während eines vorherbestimmten Zeitraums oder bis zur Abgabe eines vorherbestimmten Volumens.

. 56 .

14. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in das Gefäßsystem eines Menschen oder eines Tieres, gekennzeichnet durch eine Einrichtung, die bewirkt, daß das Kontrastmittel aus einer es enthaltenden Spritze in den Menschen oder das Tier injiziert wird, durch eine Einrichtung zum Erzeugen von aufeinanderfolgenden R-Zacken des Menschen oder des Tiers entsprechenden, elektrischen Impulsen und durch eine Einrichtung zur Injektion des Kontrastmittels in den Menschen oder das Tier in Form von Impulsen, deren Frequenz in Abhängigkeit von dem Auftreten der R-Zacken gesteuert wird, wobei das Injektionsvolumen nach einem vorherbestimmten Programm verändert wird.

15. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in einen Menschen oder ein Tier, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur Aufnahme einer das Kontrastmittel enthaltenden Spritze, durch eine Einrichtung zum Erfassen des Vorhandenseins von Luft in der Spritze und durch eine Einrichtung zur Anzeige des Vorhandenseins von Luft in der Spritze.

16. Spritze zur Verwendung zur Injektion eines Kontrastmittels in einen Menschen oder ein Tier, gekennzeichnet durch ein hohles Gehäuse zur Aufnahme des Kontrastmittels, durch einen Kolben, der die Innenwandung des Gehäuses berührt und dazu dient, das Kontrastmittel aus der Spritze herauszudrücken, wobei der Kolben zwei Dichtungen besitzt, zwischen denen ein Hohlraum vorhanden ist, und an der Innenwandung des Gehäuses Rippen vorgesehen sind, die in einem kleinen Bereich die dichte Anlage des Kolbens an dem Gehäuse aufheben.

.57.

17. Spritze zur Verwendung in einem Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in einen Menschen oder ein Tier, gekennzeichnet durch einen hohlen Körper zur Aufnahme des Kontrastmittels und durch einen Kolben zum Herausdrücken des Kontrastmittels aus der Spritze, wobei der Kolben an seinem hinteren, äußeren Ende mit einem Knopf versehen ist, der durch einen im Durchmesser kleineren Schaft mit dem Kolben verbunden ist, und der Abstand zwischen dem Kolben und dem äußeren Ende des Knopfes 4,7 - 8,9 mm beträgt.

18. Injektor zur Injektion eines Kontrastmittels in einen Menschen oder ein Tier, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Herausdrücken des Kontrastmittels aus der Spritze in den Menschen oder das Tier nach einem vorherbestimmten Programm, durch eine Einrichtung zur Bestimmung des in der Spritze enthaltenen Kontrastmittelvolumens und durch eine Einrichtung zur programmgesteuerten Abgabe einer zusätzlichen Leistung an einen das Kontrastmittel aus der Spritze und in den Menschen oder das Tier drückenden Motor zu Beginn der Injektion, wobei die zusätzliche Leistung dem gewünschten Injektionsdruck und dem in der Spritze enthaltenen Kontrastmittelvolumen proportional ist.

58
Leerseite

2500851

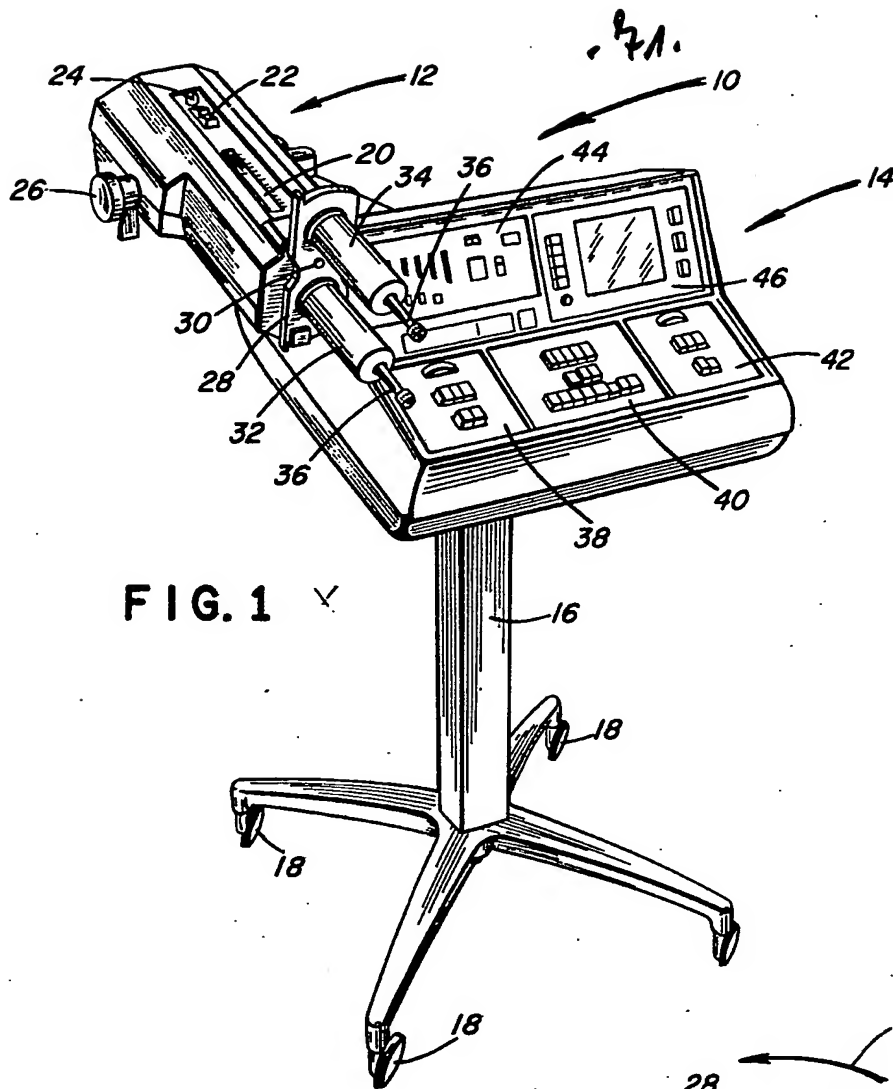


FIG. 1

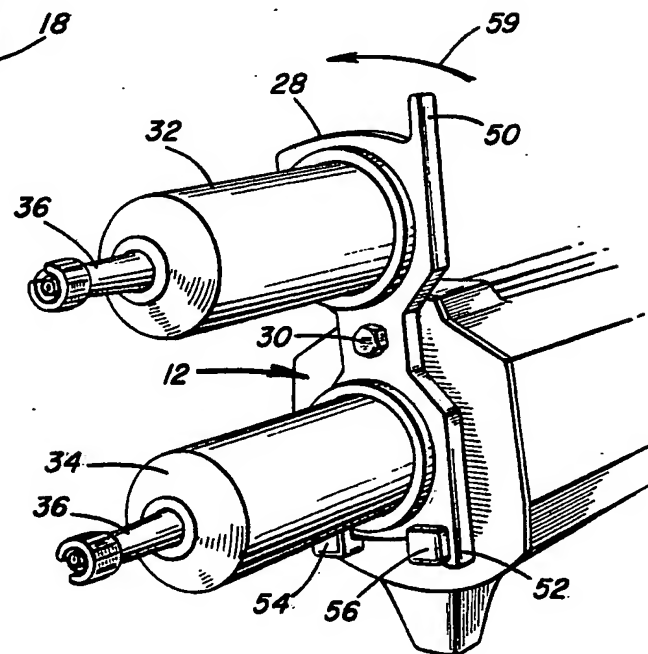
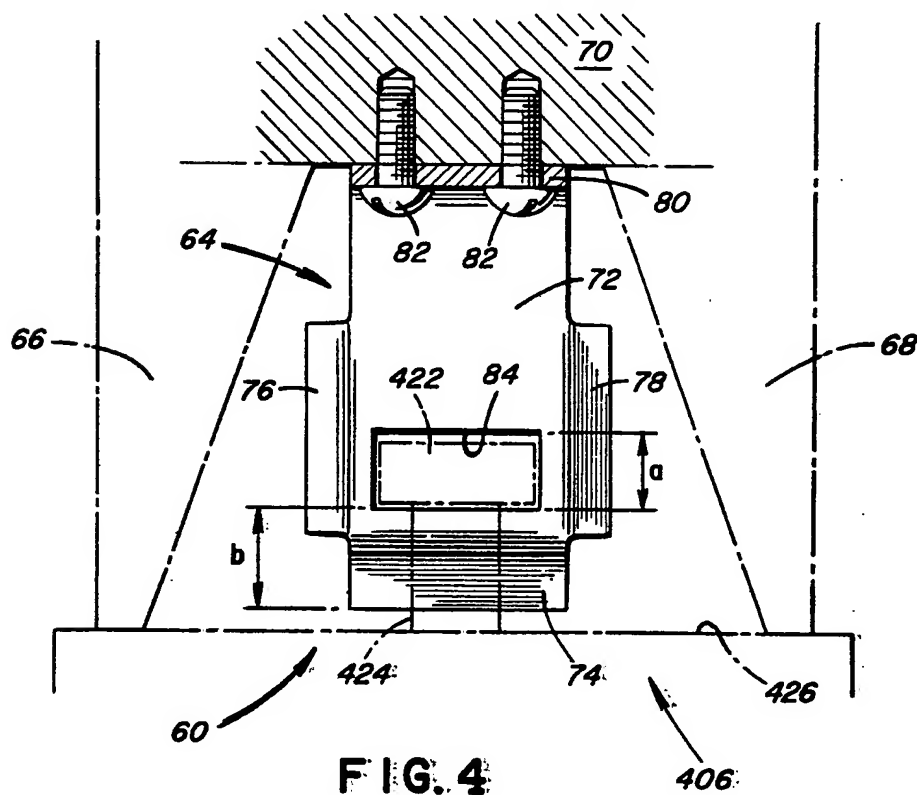
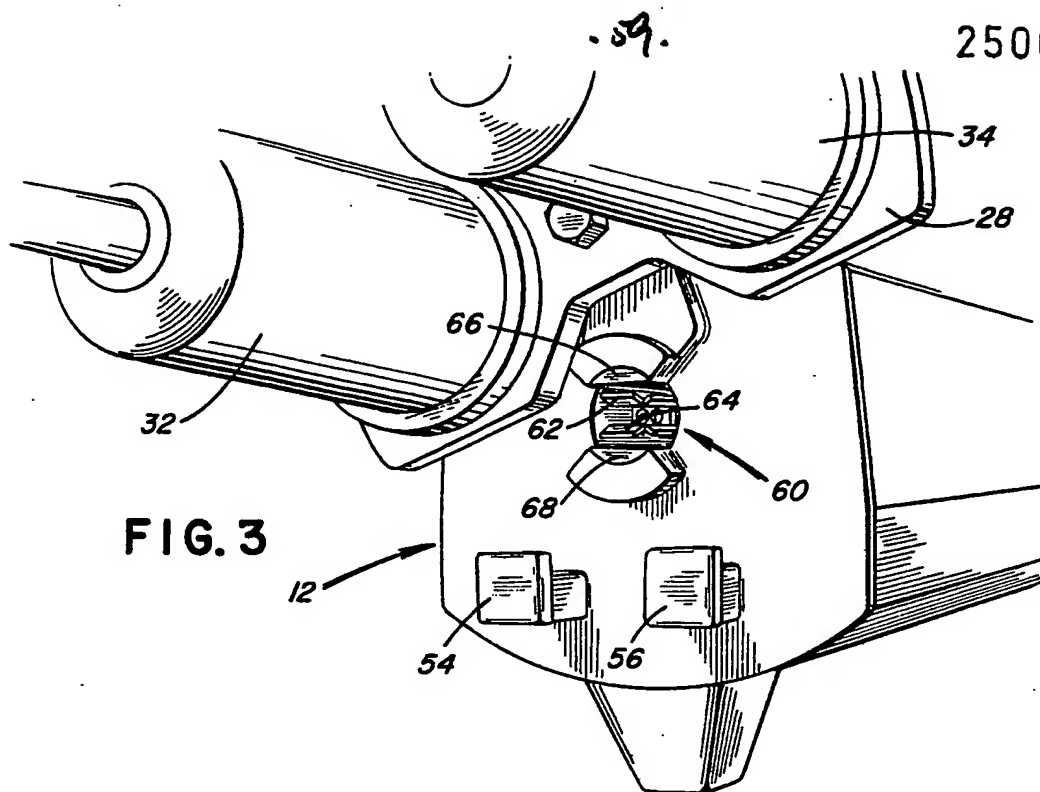
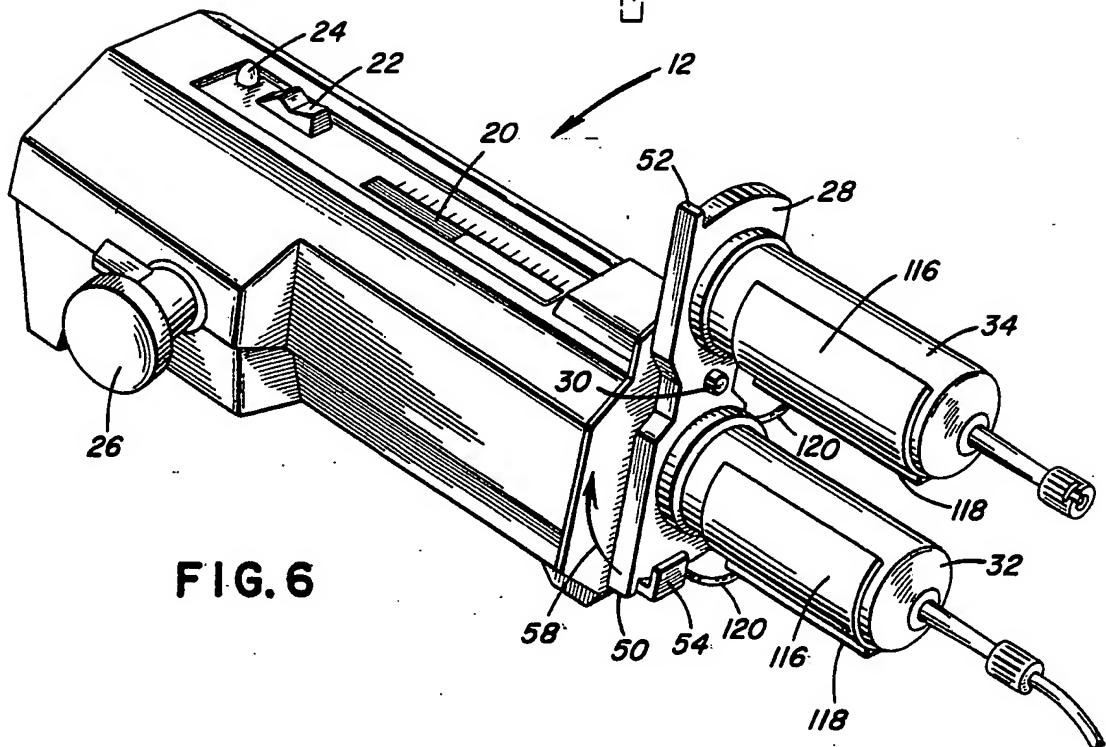
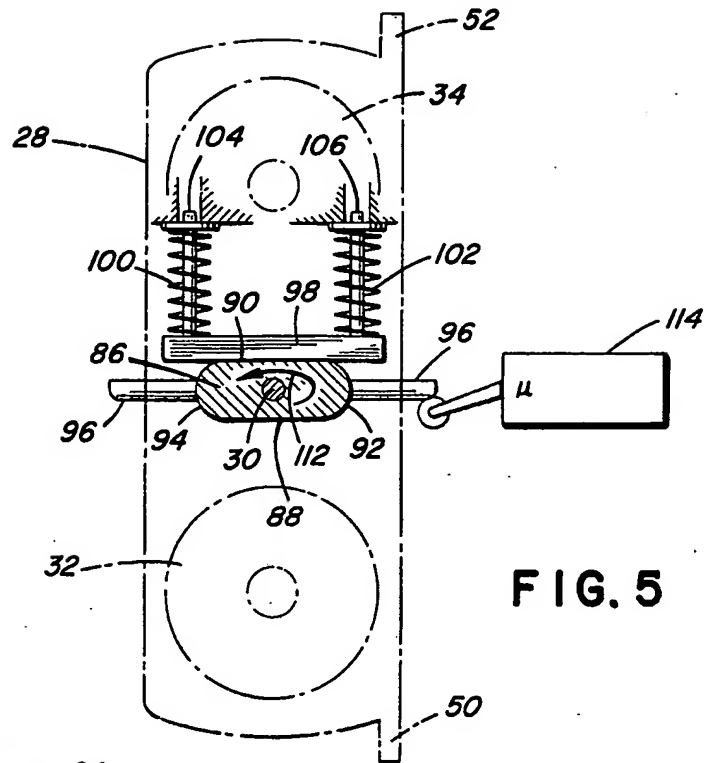
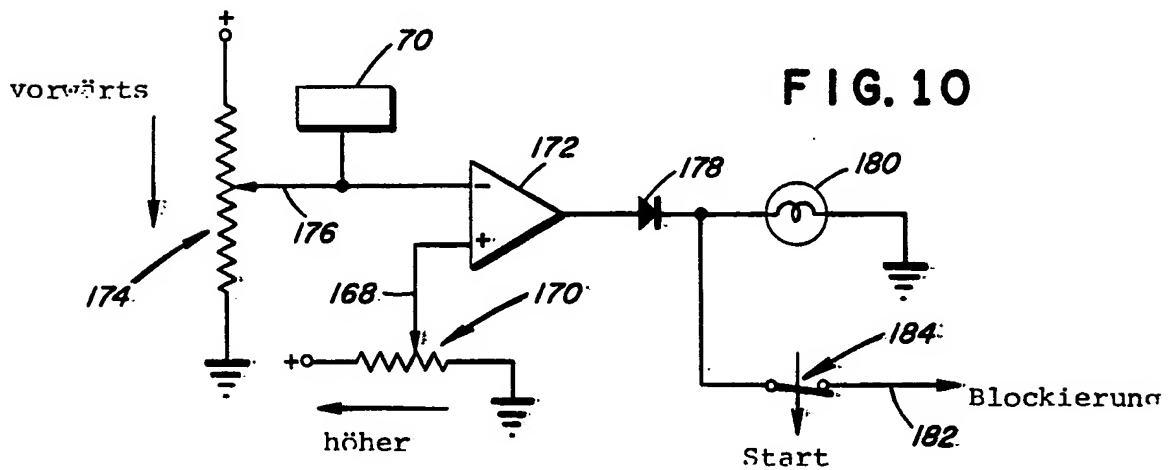
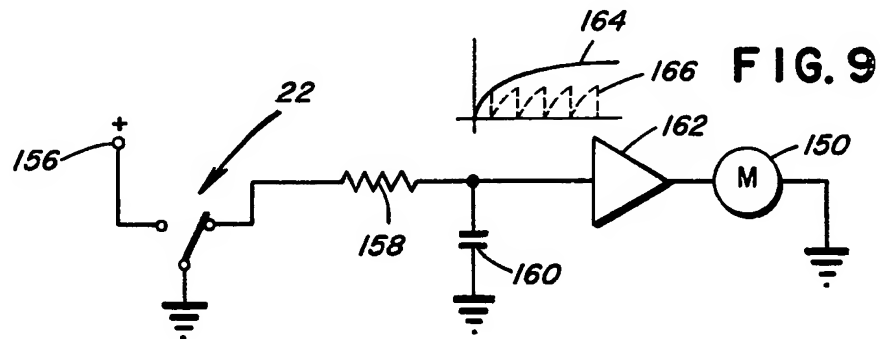
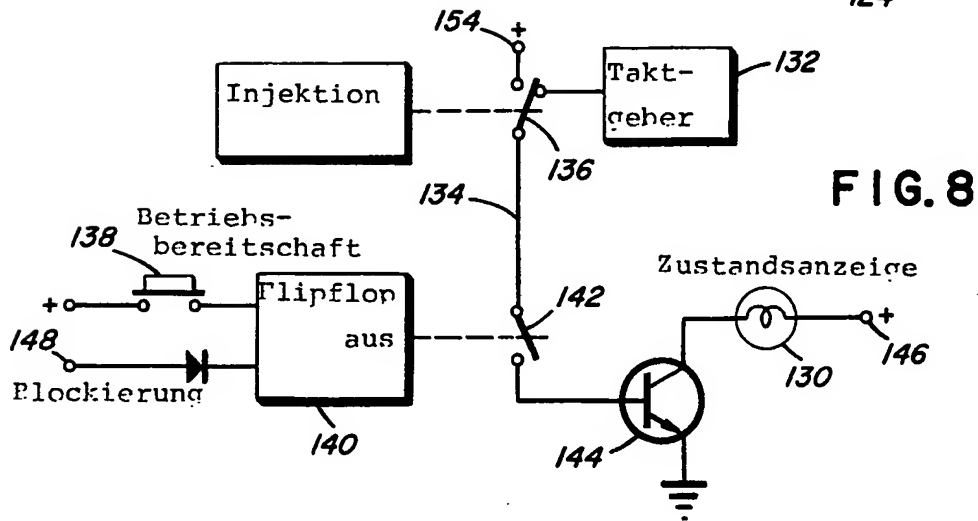
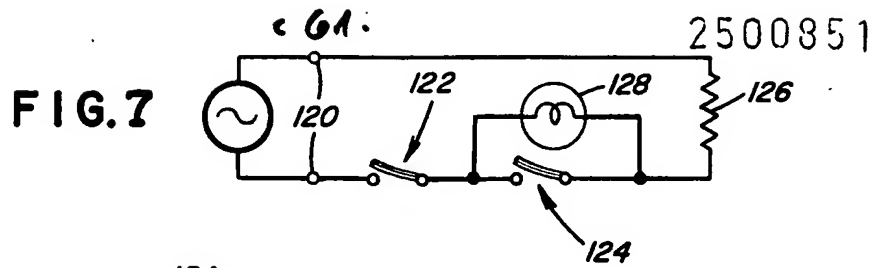


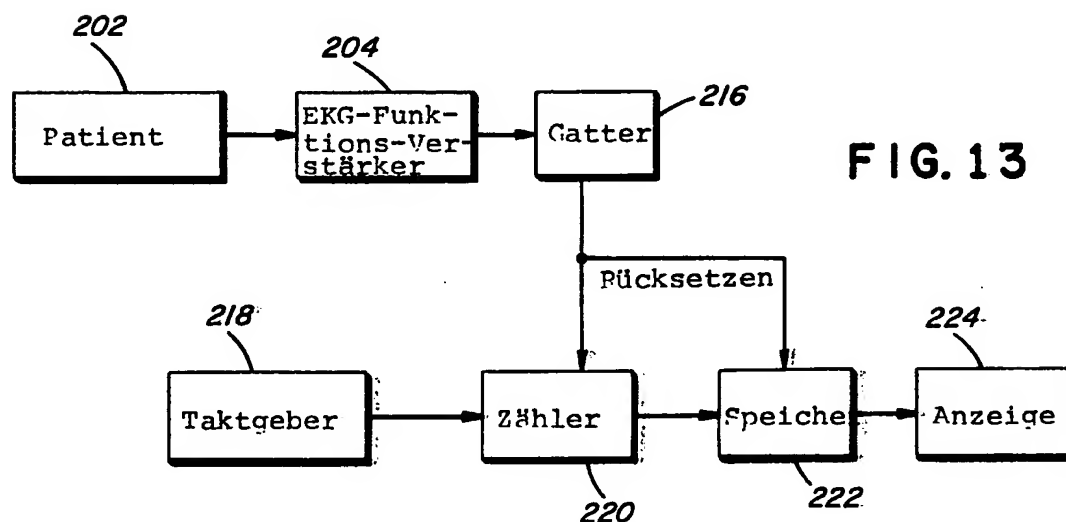
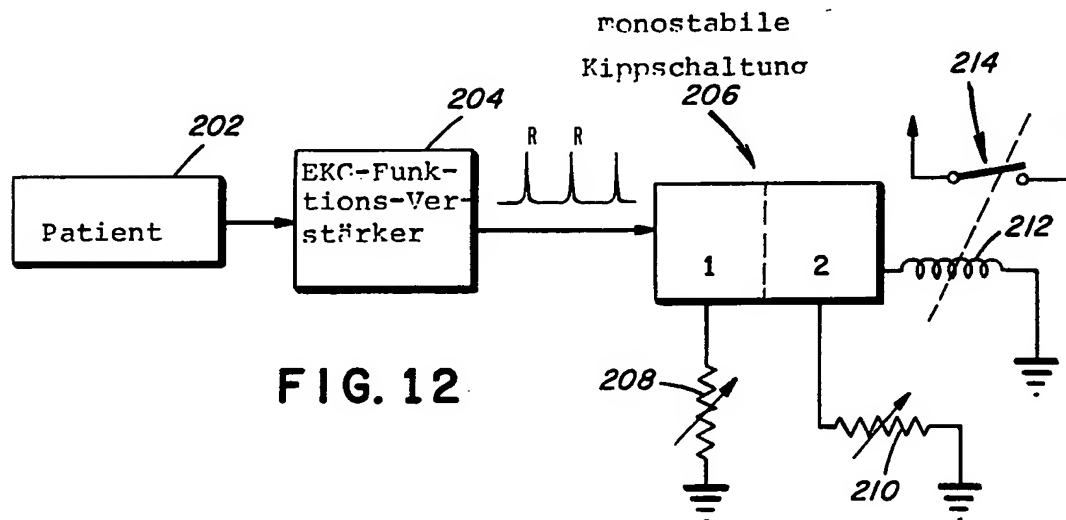
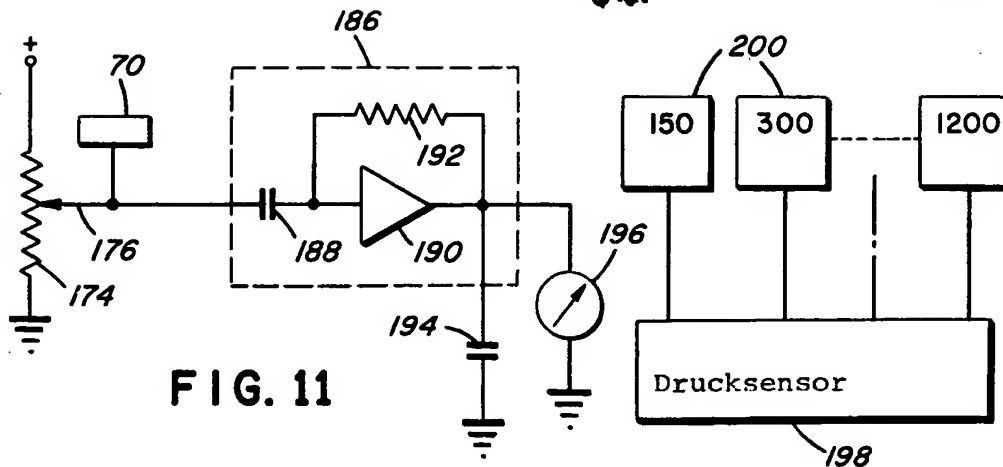
FIG. 2

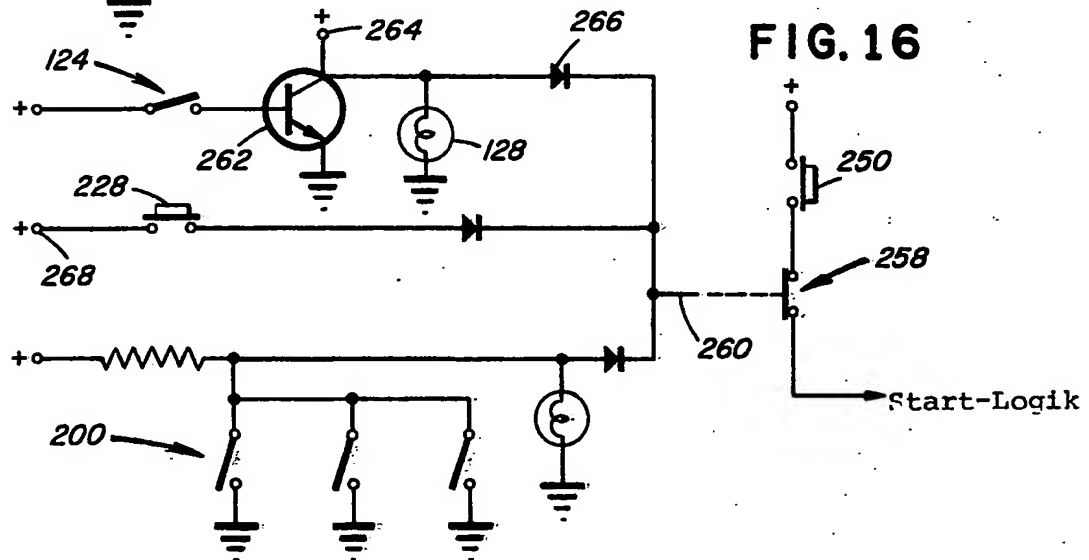
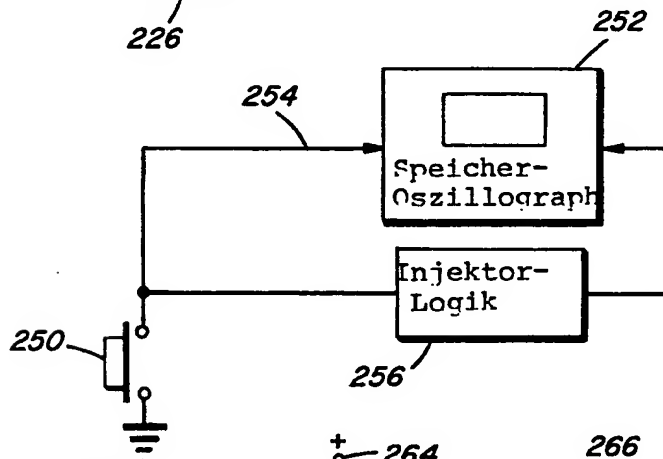
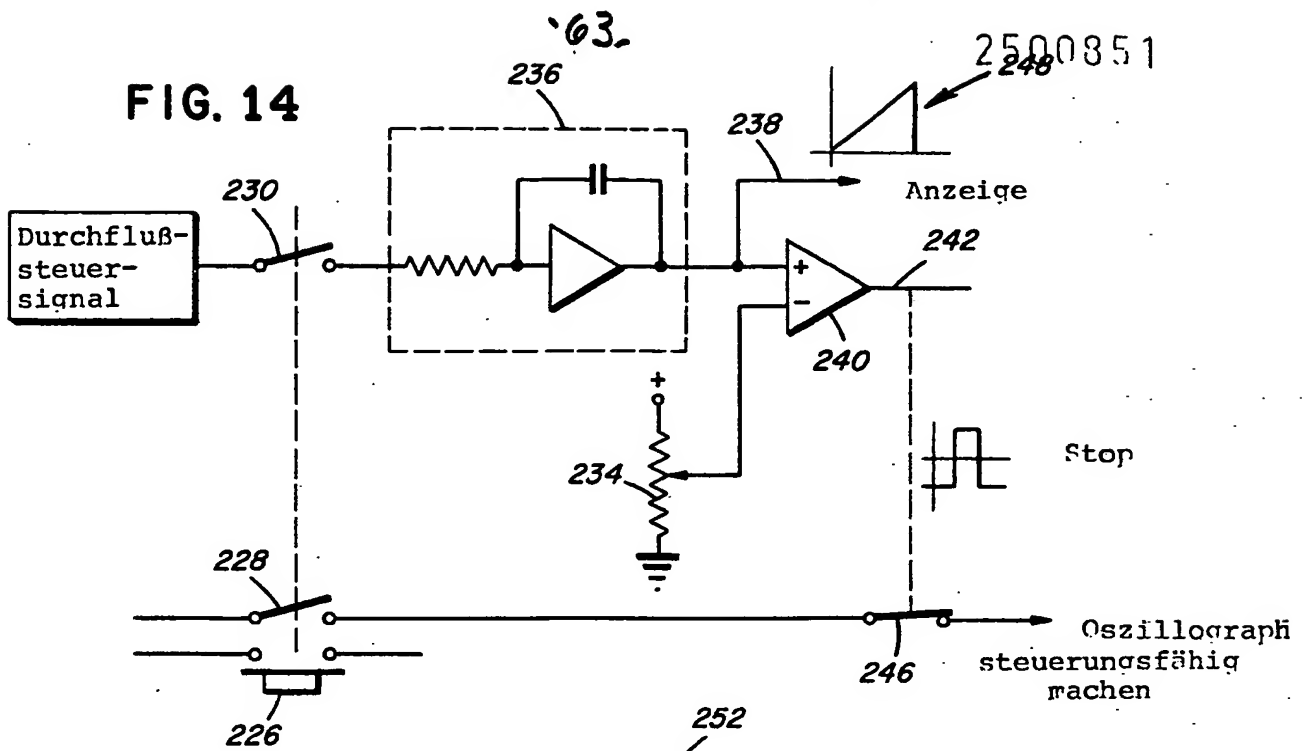
609825/0618











609825/0618

ORIGINAL INSPECTED

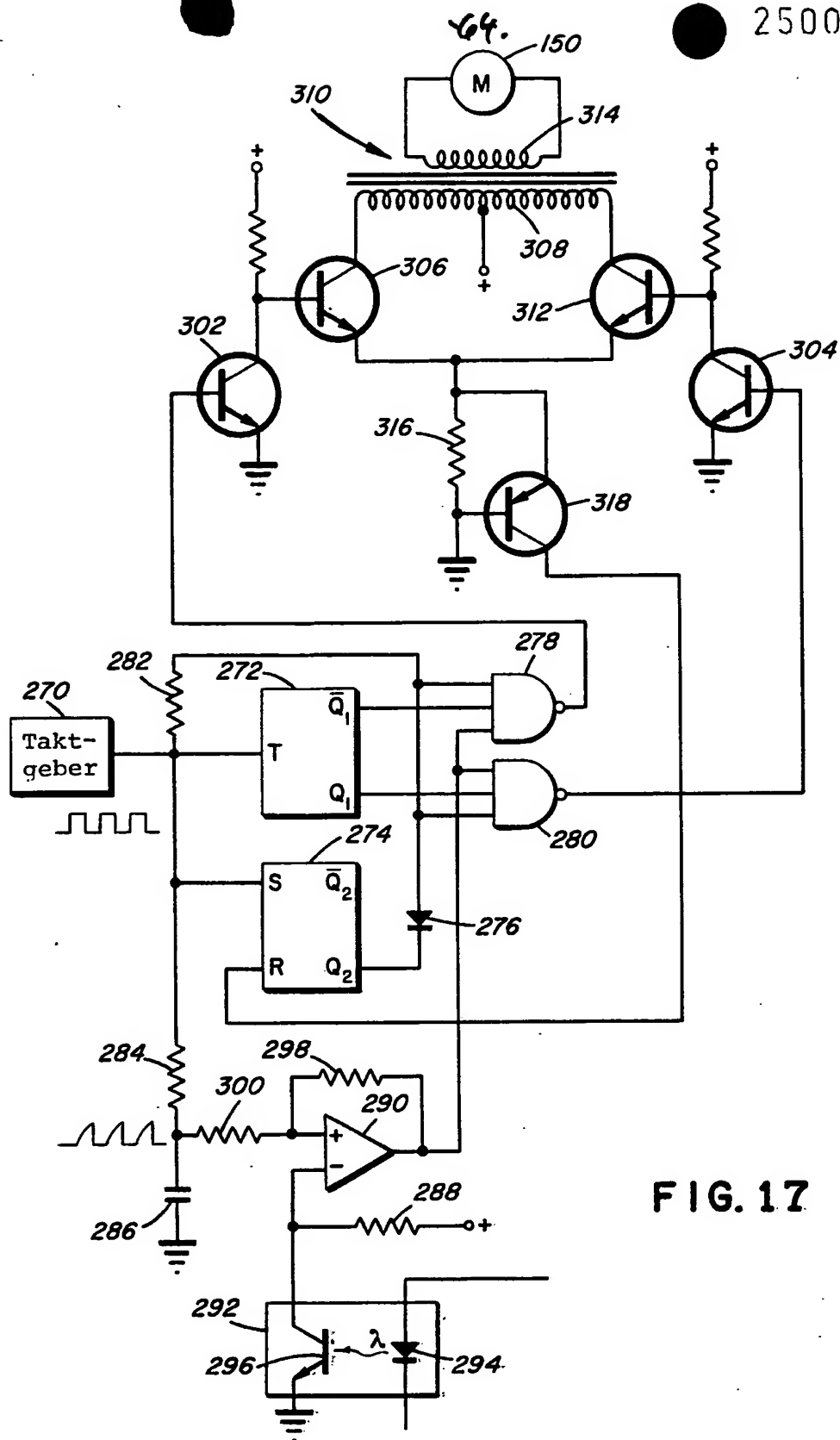
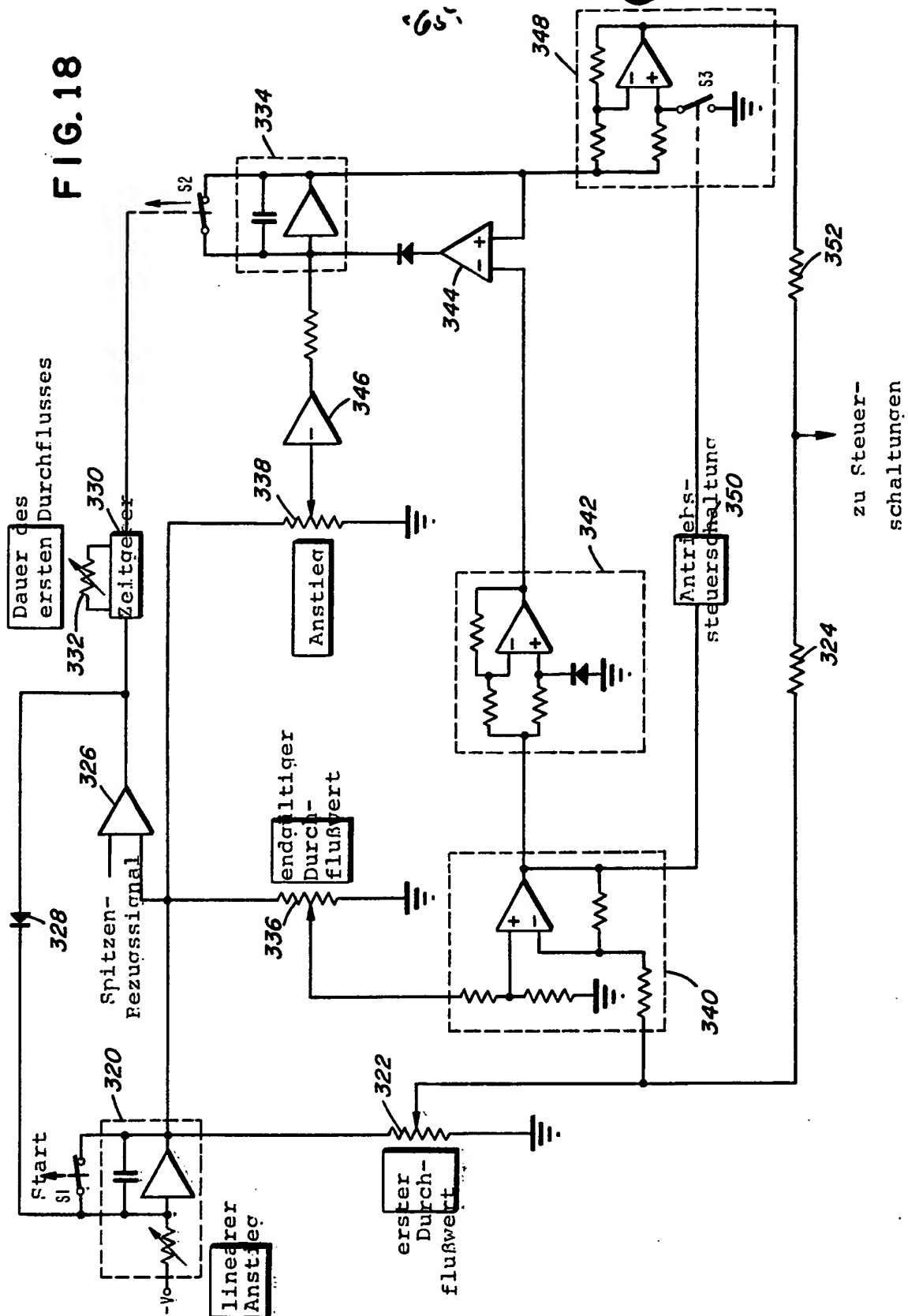
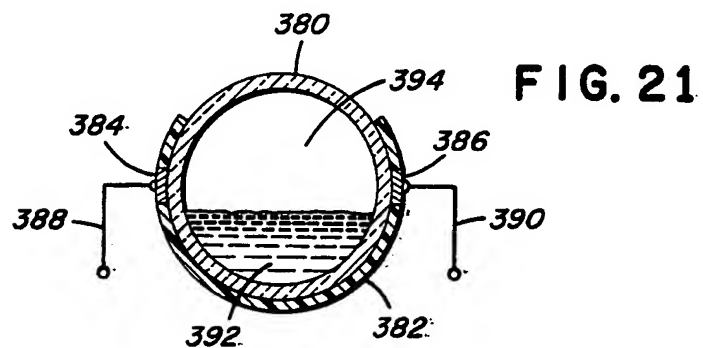
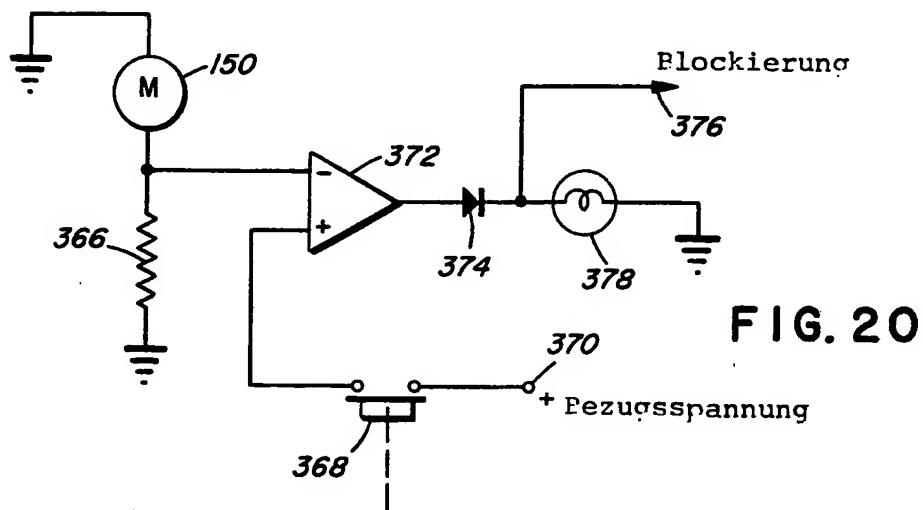
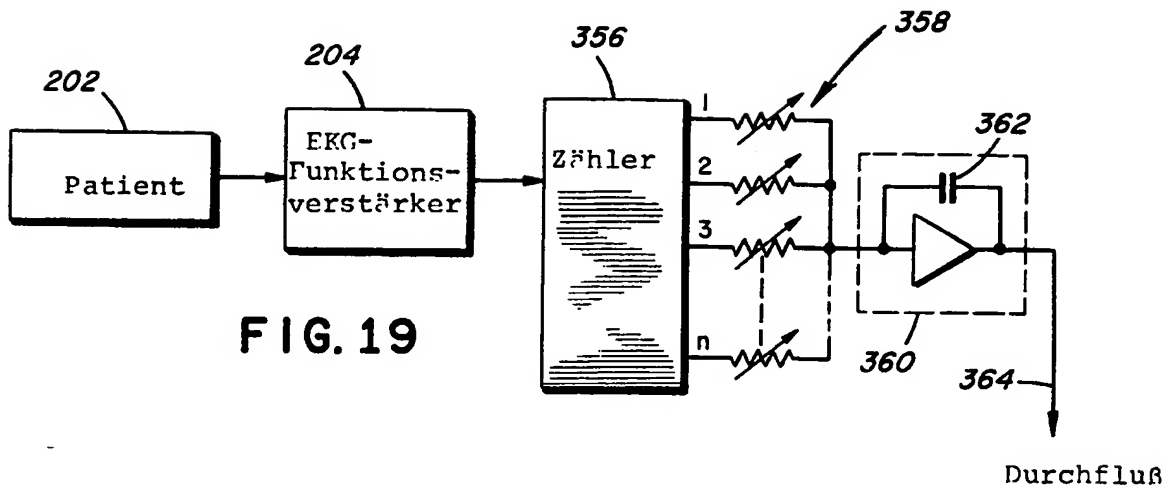


FIG. 17

FIG. 18





67.

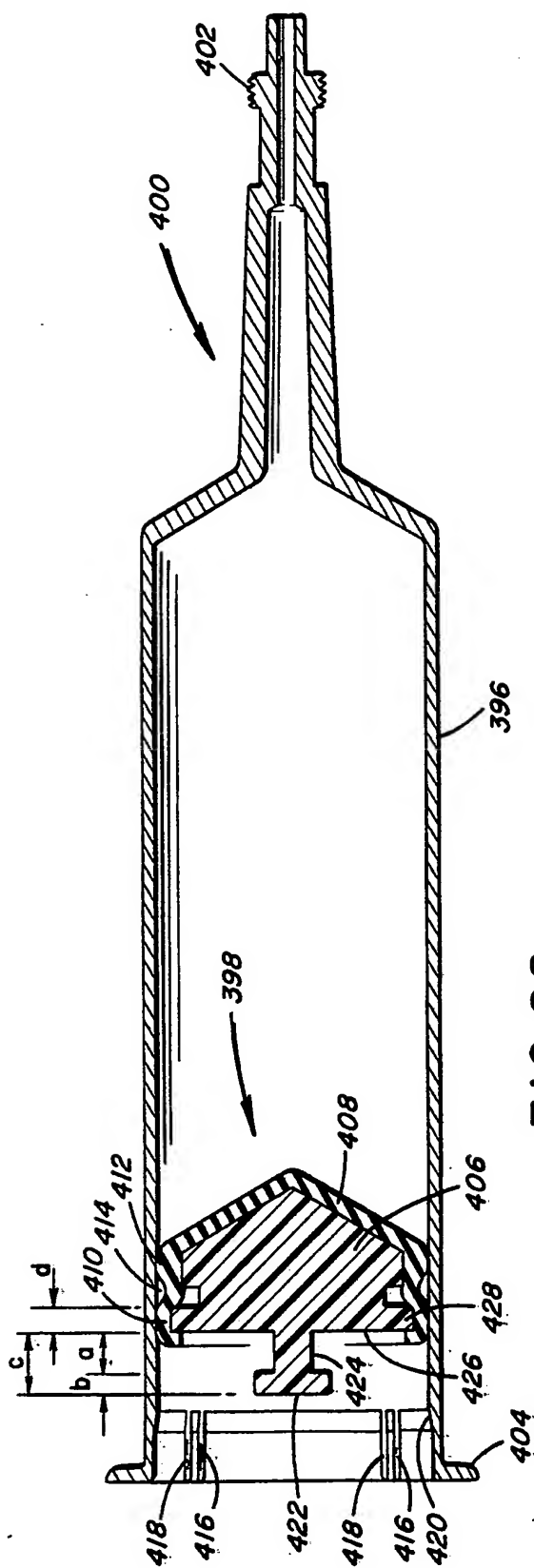


FIG. 22

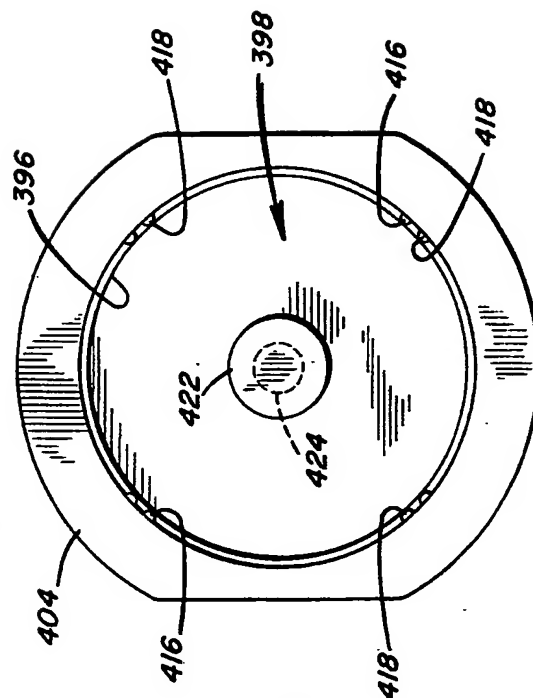


FIG. 23

68.

2500851

FIG. 24

Kapazitäts-
veränderung

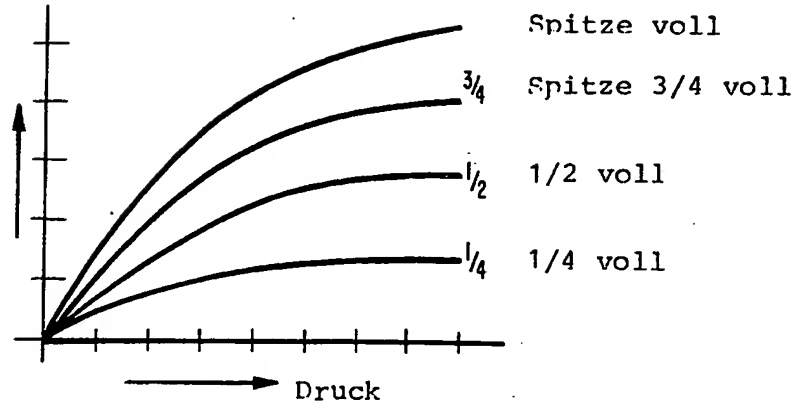


FIG. 25

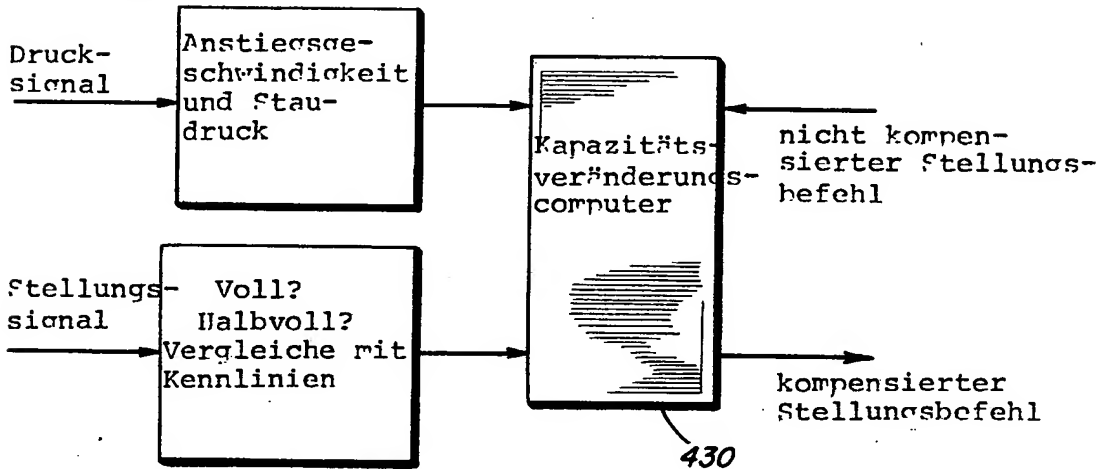
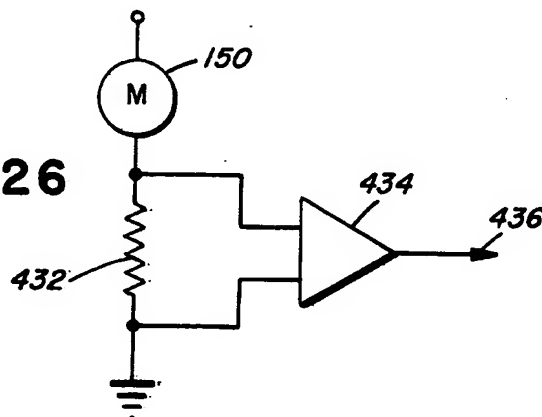


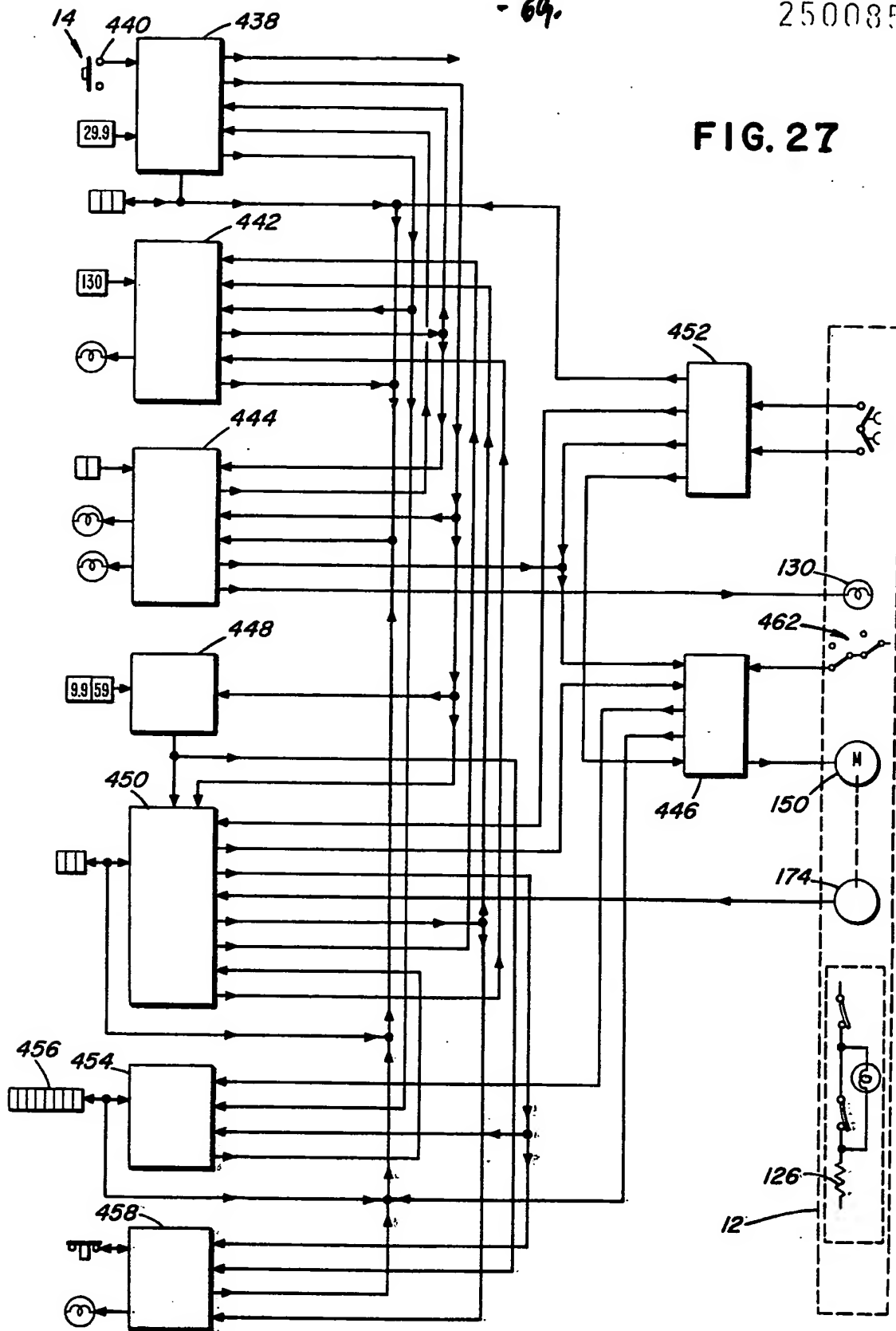
FIG. 26



ORIGINAL INSPECTED

609825/0618

FIG. 27



90.

